

**Proceso de elaboración de un:**

**“Protocolo preventivo para el control de la exposición a radiaciones ionizantes y de los riesgos en los médicos que realizan procedimientos en Cirugía de Digestivo, Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT), y Cardiología Intervencionista”.**

---

**Brenda Sharon Cartela García**

brendasharon.cartela01@campus.upf.edu  
bcartela@tauli.cat

Directora del proyecto: Begoña Macarrón Gómez  
Tutora del proyecto UPF: Consol Serra Pujadas  
Tutora principal: Pilar Peña García

# **Índice**

## **1. Descripción de las intervenciones**

## **2. Material y métodos**

### **2.1 Ámbito de estudio**

### **2.2 Características de las intervenciones médicas**

#### 2.2.1 Cirugía de Digestivo

2.2.1.1 Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE)

2.2.1.2 Enteroscopia

#### 2.2.2 Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT)

2.2.2.1 Artroplastia de cadera

2.2.2.2 Artrodesis vertebral cervical/torácica/lumbar

#### 2.2.3 Cardiología Intervencionista

2.2.3.1 Coronariografía con angioplastia

2.2.3.2 Electrofisiología con ablación

2.2.3.3 Implante de marcapaso

### **2.3 Características técnicas de los equipos**

#### 2.3.1 Cirugía de Digestivo

#### 2.3.2 Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT)

#### 2.3.3 Cardiología Intervencionista

### **2.4 Trabajo de campo del “Servicio de Prevención”**

#### 2.4.1 Características de las observaciones

#### 2.4.2 Cirugía de Digestivo

2.4.2.1 Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE)

2.4.2.2 Enteroscopia

#### 2.4.3 Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT)

2.4.3.1 Artroplastia de cadera

2.4.3.2 Artrodesis vertebral cervical/torácica/lumbar

#### 2.4.4 Cardiología Intervencionista

2.4.4.1 Coronariografía

2.4.4.2 Angioplastia coronaria

2.4.4.3 Electrofisiología

2.4.4.4 Ablación cardiaca

2.4.4.5 Implante de marcapaso

## **2.5 Trabajo de campo de la “Empresa ACPRO”**

- 2.5.1 Evaluación de las instalaciones
- 2.5.2 Cardiología Intervencionista
  - 2.5.2.1 Simulación de un Implante de marcapaso
  - 2.5.2.2 Evaluación de la metodología de trabajo en el ámbito
  - 2.5.2.3 Simulación de la metodología de trabajo con dos equipos distintos
- 2.5.3 Estimación dosimétrica

## **2.6 Revisión bibliográfica**

### **3. Valoración crítica**

#### **3.1 Trabajo de campo “Resultados del Servicio de Prevención”**

- 3.1.1 Características de las observaciones
- 3.1.2 Cirugía de Digestivo
  - 3.1.2.1 Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE)
  - 3.1.2.2 Enteroscopia
- 3.1.3 Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT)
  - 3.1.3.1 Artroplastia de cadera
  - 3.1.3.2 Artrodesis vertebral cervical/torácica/lumbar
- 3.1.4 Cardiología Intervencionista
  - 3.1.4.1 Coronariografía
  - 3.1.4.2 Angioplastia coronaria
  - 3.1.4.3 Electrofisiología
  - 3.1.4.4 Ablación cardiaca
  - 3.1.4.5 Implante de marcapaso

#### **3.2 Trabajo de campo “Resultados de la empresa ACPRO”**

- 3.2.1 Evaluación de las instalaciones
- 3.2.2 Cardiología Intervencionista
  - 3.2.2.1 Simulación de un Implante de marcapaso
  - 3.2.2.2 Evaluación de la metodología de trabajo en el ámbito
  - 3.2.2.3 Simulación de la metodología de trabajo con dos equipos distintos
- 3.2.3 Estimación dosimétrica

#### **3.3 Valoración bibliográfica**

- 3.3.1 Descripción del problema
- 3.3.2 Instalaciones y equipos radiológicos
- 3.3.3 Dosimetría y equipos de protección individual (EPI)
- 3.3.4 Efectos a la salud

## 4. Recomendaciones

Bases para la elaboración de un “Protocolo preventivo para el control de la exposición a radiaciones ionizantes y de los riesgos en los médicos que realizan procedimientos en Cirugía de Digestivo, Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT), y Cardiología Intervencionista”.

4.1 Protección radiológica

4.2 Vigilancia de la salud

## 5. Bibliografía

## 6. Anexos

Anexo 1. Glosario

Anexo 2. Límite de dosis para los trabajadores expuestos a radiación externa

Anexo 3. Clasificación de zonas

Anexo 4. Clasificación de los trabajadores por categorías

Anexo 5. *Check list* para el trabajo de campo del Servicio de Prevención

Anexo 6. Diagrama para evaluar los riesgos de los médicos expuestos a radiaciones ionizantes

Anexo 7. Historia clínica médico-laboral

Anexo 8. Formulario de idoneidad laboral

## **1. Descripción de las intervenciones**

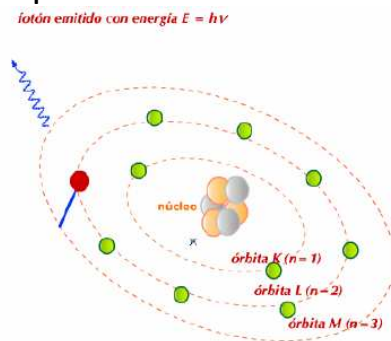
En el ámbito sanitario, se observa que el médico en su centro de trabajo, se puede encontrar expuesto a diversos factores de riesgo; como son los químicos, físicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales. Siendo los agentes físicos los de interés en este trabajo.

La exposición **ocupacional** a agentes físicos, es aquella exposición **que se produce durante el desarrollo del trabajo** a diferentes formas de energía y que pueden **generar daños** a la persona que **las** recibe. Las diferentes formas de energía son las **de tipo** mecánico, térmico y electromagnético. **Estas, a su vez,** requieren de métodos de medida y análisis distintos.

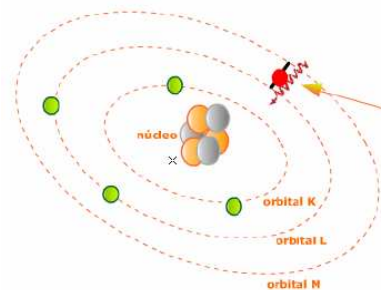
Este estudio se centra en la exposición a **radiaciones ionizantes**. **Es decir, aquella radiación de tipo corpuscular o electromagnético** que cuando interactúa con la materia, produce la ionización de la misma (liberación de un electrón), originando partículas con carga eléctrica (iones), como se muestra en la figura 1.

Las radiaciones electromagnéticas **que no tienen** la capacidad de ionizarse al interactuar con la materia, **se les denomina** radiaciones no ionizantes (figura 2). **Las cuales** representan un menor grado de peligrosidad y **no son objeto de este estudio**.

**Figura 1. Esquema de un átomo ionizado.**

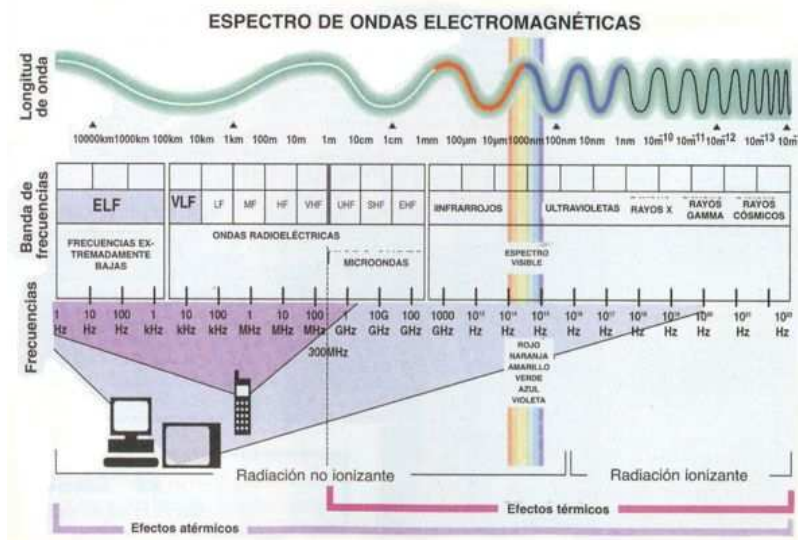


**Figura 2. Esquema de un átomo no ionizado.**



Podemos observar en el espectro de radiaciones electromagnéticas (figura 3), que las radiaciones ionizantes, serán aquellas de baja longitud de onda y altas frecuencias, cuya unidad de medida son los Hertz (Hz).

**Figura 3: Espectro de radiaciones electromagnéticas según su energía.**



Las radiaciones ionizantes, a su vez, se subdividen en los tipos  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $x$ . Cada una de ellas, tienen características, capacidad de ionización y penetración distintas. Las estudiadas en este trabajo son las radiaciones tipo X, las cuales son de menor energía pero presentan una gran capacidad de penetración. Por lo que la capacidad de generar radicales libres será diferente, al igual que los efectos a la salud.<sup>6, 7</sup>

Las radiaciones ionizantes recibidas por los médicos se cuantifican mediante un sistema de medición y registro denominado dosimetría, en el que se utiliza un instrumento que estima la dosis absorbida o exposición radiológica. Hay distintos tipos de dosímetros, los más habituales y usados en este estudio son de materiales que absorben la energía de la radiación y después la liberan en forma de luz (dosímetros de termoluminiscencia). En función de su colocación en distintas partes del cuerpo, **existen dosímetros de** bolsillo, solapa, mano y pluma.<sup>10</sup>

Las formas de valorar la dosis recibida<sup>2</sup> son mediante los conceptos **de**: dosis absorbida, dosis equivalente y dosis efectiva, cuyas definiciones se encuentran ubicadas en el anexo 1.

En el ámbito sanitario, existe una relación conocida entre la exposición a radiaciones ionizantes y los efectos sobre la salud de los médicos. Anteriormente, la investigación se centraba principalmente en los técnicos de radiología, bajo las experiencias y conocimientos obtenidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica y los seguimientos realizados en sobrevivientes de los bombardeos en Hiroshima y Nagasaki.<sup>6-8</sup>

Específicamente, algunas de las especialidades médicas y procedimientos en los que con mayor frecuencia se exponen los médicos a agentes físicos son: Cirugía de digestivo (Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica y Enteroscopia); Cirugía de Ortopedia y Traumatología (Artroplastia femoral y Artrodesis vertebral cervical/torácica/lumbar), y Cardiología Intervencionista (Coronariografía, Angioplastia coronaria, Electrofisiología, Ablación e Implante de marcapaso). Dichos procedimientos serán citados con más detalle en el apartado de 2.2 de material y métodos.

Con base en lo descrito anteriormente, las radiaciones ionizantes podrán causar efectos sobre la salud. Estos efectos biológicos podrán ser somáticos o genéticos.

Los efectos biológicos somáticos, se manifiestan durante la vida del individuo irradiado. En función de la dosis recibida, podrán provocar efectos agudos (inmediatos) o tardíos (diferidos en tiempo, con largos periodos de latencia). A su vez, se clasifican en deterministas y estocásticos (ver tabla 1).

Los efectos biológicos genéticos, se presentan sobre la descendencia del individuo irradiado y de forma tardía. También se clasifican en deterministas y estocásticos (ver tabla 1).

Los efectos deterministas, se deben al daño celular producido por exceder una dosis umbral, no son de carácter probabilístico, por lo que son dosis dependientes.<sup>7,8</sup>

Los efectos estocásticos, serán aquellos de carácter aleatorio, en donde el riesgo aumentará a mayor dosis recibida, pero sin posibilidad de definir la dosis umbral que determine la aparición del efecto.<sup>7,8</sup>

**Tabla 1: Efectos a la salud deterministas y estocásticos provocados por las radiaciones ionizantes.**<sup>8, 18,19</sup>

		Efectos deterministas	Efectos estocásticos
<b>Agudos</b>	1. Irradiaciones globales	1.- Síndrome de irradiación: - Prodrómica o latente: Náusea, vómito y diarrea. - Efecto dosis/respuesta precoz por pérdidas celulares: Aplasia medular con linfopenia inicial, leucopenia y trombocitopenia. Produciendo el aumento de procesos infecciosos, hemorrágicos y anemia.	
	2. Irradiaciones parciales	1.- Piel: Eritema, radiodermatitis exudativa, descamación, alopecia. 2.- Sistema digestivo: Lesión de la mucosa con alteraciones hidroelectrolíticas posteriores. 3.- Gónadas: - Testículos: Muy sensibles pueden cursar con oligospermia y llevar a la esterilidad definitiva. - Ovarios: Radiosensibilidad causando lesión folicular con esterilidad posterior.	
<b>Tardíos</b>	1. Somáticos	1.- Ojo: Catarata. 2.- Piel: Radiodermatitis crónica con atrofia, hiperqueratosis y telangiectasias.	1.- Neoplasia: En el órgano o tejido del individuo expuesto. - Epitelioma espinocelular cutáneo. - Osteosarcoma. - Leucemia (La más frecuente) - Cáncer de pulmón.
	2. Genéticos	1.- Malformaciones fetales cerebrales, óseas, retraso intelectual: Dependen de la dosis recibida y del momento de la irradiación en el curso de la gestación.	1.- Enfermedades hereditarias, ya que el daño se presenta en las células encargadas de la transmisión de la información genética, por lo tanto a los descendientes.

Por los efectos producidos por las radiaciones ionizantes, existe legislación encargada de la protección radiológica del personal expuesto.<sup>2</sup> Es decir, existe un conjunto de normas y prácticas específicas, desarrolladas a partir de las Directivas europeas, que España ha transpuesto a su

legislación, para que se puedan prevenir los riesgos de la recepción de dosis de irradiación y, en su caso, paliar y solucionar sus efectos.<sup>3-8</sup>

Así, el ámbito sanitario es sometido a la incorporación de tecnologías, que pueden aumentar o modificar los procedimientos actuales; por lo que deben ser evaluados, **ya que están** regulados legalmente por el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones ionizantes<sup>2</sup>, donde se establece que la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos se basará en principios generales de medicina del trabajo y en la Ley 31/1995, del 8 de noviembre sobre Prevención de Riesgos Laborales<sup>1</sup> y Reglamentos que la desarrollan.<sup>3</sup>

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), **el CSN y la Comisión de Salud Pública, en su Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica**. Consideran que el objetivo principal de la protección radiológica es evitar la aparición de efectos biológicos deterministas y limitar al máximo la probabilidad de los efectos estocásticos.<sup>5,6,8,9</sup> De tal manera que, estar expuesto por debajo de ciertos valores límite (anexo 2), no implicará riesgo de aparición de los efectos deterministas.

La naturaleza, frecuencia y gravedad de los efectos de las radiaciones ionizantes dependerán de varios factores, como son el poder de penetración, la capacidad de ionización, la dosis recibida, el tiempo de exposición, la superficie y el volumen corporal irradiado, los sistemas tecnológicos de colimación, la capacidad de regeneración celular, la radiosensibilidad de los tejidos y la susceptibilidad individual. De tal manera que estos factores deberán de tomarse en cuenta siempre que se quieran optimizar las medidas de protección radiológica.

En el apartado 2 del artículo 9 del R.D. 783/2001,<sup>2</sup> **se** refiere que todas las instalaciones deben estar previamente autorizadas, con las medidas de protección adecuadas y con las señalizaciones que delimiten y clasifiquen las zonas en vigilada, controlada, de permanencia limitada, reglamentada o de acceso prohibido (anexo 3). Los trabajadores deben contar con la autorización y clasificación previa (A o B) en función del riesgo de exposición presente en su puesto de trabajo (anexo 4). Dichos trabajadores tendrán controles periódicos dosimétricos y de vigilancia a la salud.

Así, el Servicio de Prevención, en virtud de sus funciones y en cumplimiento con la legalidad vigente,<sup>1,3</sup> necesita establecer un protocolo preventivo específico para el control de la exposición a radiaciones ionizantes y de los riesgos **sobre** la salud de los médicos expuestos en estos ámbitos.

Para el establecimiento del protocolo, este trabajo, se basa en la evaluación específica de los riesgos en los procedimientos y en la búsqueda bibliográfica que permita definir los principales efectos a la salud e identificar indicadores biológicos fiables para la detección precoz de alteraciones médicas (inclusive teniendo en cuenta aquellos efectos que puedan presentarse con exposiciones por debajo de las dosis legalmente establecidas).

El objetivo fundamental de este trabajo es establecer las bases para la elaboración de un protocolo, que sea útil para el médico del trabajo, que incluya la vertiente técnica, la gestión preventiva, **para controlar** y **minimizar** la exposición. Así como **establecer** los parámetros específicos para la vigilancia de la salud de los médicos que se exponen a radiaciones ionizantes,



presentes en los procedimientos y especialidades referidas anteriormente y que son explicados con más detalle en los apartados 2.1 y 2.2 de material y métodos.

## **2. Material y métodos**

### **2.1 Ámbito de estudio**

El estudio se llevó a cabo en la “Corporació Sanitaria Parc Taulí”, en el periodo de enero a junio del 2009. Dicho centro hospitalario ubicado en Sabadell, Barcelona; es clase 2 y otorga cobertura a un área de referencia comprendida por 11 municipios y 421.077 usuarios (2008). Según los datos proporcionados por el Servicio de Recursos humanos de la Corporación, el centro cuenta con una plantilla de 3260 profesionales al 2008 y pertenecen a diversas áreas asistenciales y no asistenciales.

Se trata de un trabajo de campo en el que se evaluaron los procedimientos que se realizan en las especialidades de Cirugía de Digestivo, Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT) y Cardiología intervencionista. Estos ámbitos proporcionaron información sobre el número de procedimientos realizados en el 2008.

El centro hospitalario, al utilizar equipos que emiten radiación ionizante, debe de contratar los servicios de una empresa legalmente acreditada, que se encargue de la asesoría y control en materia de protección radiológica.<sup>2, 6,7</sup> Esta empresa denominada en adelante “ACPRO”, otorgó información sobre el número de médicos que en el año 2008, se exponen ocupacionalmente a radiaciones ionizantes dentro de estos ámbitos (tabla 2). Se entenderá como “ocupacionalmente” a la exposición que se produce durante el desarrollo del trabajo con fuentes radioactivas artificiales o naturales incrementadas por acción humana.<sup>6</sup>

**Tabla 2: Número de procedimientos anuales realizados y médicos que se exponen a radiación ionizante dentro de los ámbitos de estudio.**

Ámbito	Procedimiento	Realización anual	Médicos expuestos
Cirugía de digestivo	1. Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE)	267	3
	2. Enteroscopia	28	
Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT)	1. Artroplastia femoral	900 – 1000	37
	2. Artrodesis vertebral (cervical/torácica/lumbar)		
Cardiología intervencionista	1. Coronariografía	177	7
	2. Angioplastia coronaria	62	
	3. Electrofisiología	22	
	4. Ablación cardíaca	23	
	5. Implante de marcapaso	-	

Al momento del estudio, no había registro de personal especialmente sensible como médicas embarazadas, en periodo de lactancia, ni menores de 18 años. Sin embargo, es importante referir que aunque no esté catalogado como personal especialmente sensible, cada vez, intervienen más mujeres en edad de procrear y médicos en formación que deben ser protegidos con límites de dosis menores a los del resto de médicos (anexo 2).<sup>4, 5, 8,18</sup>

### **2.2 Características de las intervenciones médicas**

A continuación, se citan las intervenciones médicas diagnósticas y/o terapéuticas que se realizan en los diferentes ámbitos de estudio. La finalidad de esta descripción es comprender y justificar la utilización médica de las radiaciones ionizantes en forma de fluoroscopia y grafía digital.

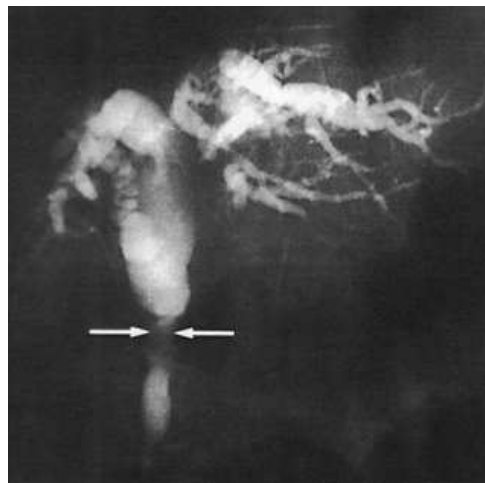
## 2.2.1 Cirugía de Digestivo

### 2.2.1.1 Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE)

Este procedimiento es utilizado para detectar obstrucciones (litos, neoplasias, estenosis, pancreatitis, cirrosis biliar primaria, entre otros) a nivel de las vías biliares. Con el paciente sedado, se procede a la inserción de un endoscopio a través de la boca, el cuál llega hasta la primera porción del duodeno, luego se introduce un catéter a través del mismo endoscopio y se busca que este catéter entre en las vías biliares y/o pancreáticas. Posteriormente, procederán a inyectar un medio de contraste que permitirá evaluar a su paso y con el uso de fluoroscopia y grafía digital, las zonas de estenosis (figura 4).

Este procedimiento puede ser diagnóstico y terapéutico ya que por el mismo endoscopio se podrán introducir otros instrumentos que permitan dilatar estos conductos y eliminar la obstrucción inicial.

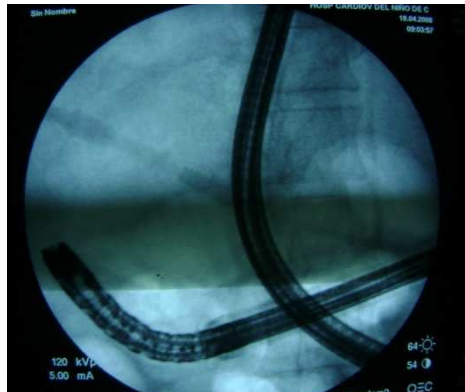
Figura 4: Imagen de un procedimiento de CPRE con diagnóstico de colangiocarcinoma del colédoco, el tumor no produce obstrucción total.



### 2.2.1.2 Enteroscopia

Es un procedimiento utilizado para la detección de los sitios que producen hemorragias digestivas de origen oscuro, diarrea crónica de causa indeterminada, estenosis u obstrucción del intestino delgado, poliposis familiar, realización de biopsias, entre otros. Con el paciente previamente anestesiado, se inserta el endoscopio a nivel de tracto digestivo superior, llegando a la primera porción del duodeno. Posteriormente, se introduce un catéter a través del endoscopio, con el objetivo de evaluar la mayor parte de intestino delgado posible. Las alteraciones se visualizan mejor mediante el uso de fluoroscopia y grafía digital (figura 5).

**Figura 5: Imagen de un procedimiento de Enteroscopia con inserción de un balón.**



## **2.2.2 Cirugía de Ortopedia y Traumatología**

### **2.2.2.1 Artroplastia femoral**

Se trata de una cirugía ortopédica que busca reemplazar de forma total o parcial la articulación de la cadera con una prótesis. El paciente es previamente anestesiado y se coloca según las necesidades del cirujano. Se requiere de grafía previa al procedimiento y entre las diferentes manipulaciones que se hagan con la articulación (figura 6), con el fin de corroborar la adecuada colocación de los cementos, prótesis, clavos o material que se requiera según sea el caso.

**Figura 6: Imagen de la cadera de una mujer de 50 años. Grafía digital realizada después de una prótesis total de cadera cementada.**



### 2.2.2.2 Artrodesis vertebral cervical/torácica/lumbar

Es un procedimiento quirúrgico, utilizado para fusionar las vértebras en patologías como estenosis raquídea, lesión o fractura de cuerpos vertebrales, debilidad o inestabilidad de causa neoplásica, espondilolistesis, entre otros. El paciente está previamente anestesiado y el cirujano procede a realizar la **fusión o inmovilización** en el sitio de lesión. Para realizar **lo anterior**, se utilizan injertos, hueso sintético, tornillos, placas o cajas. Es necesaria la evaluación de la adecuada ubicación por lo que hacen uso de grafía digital (figura 7).

Figura 7: Imagen control con grafía digital de artrodesis vertebral.



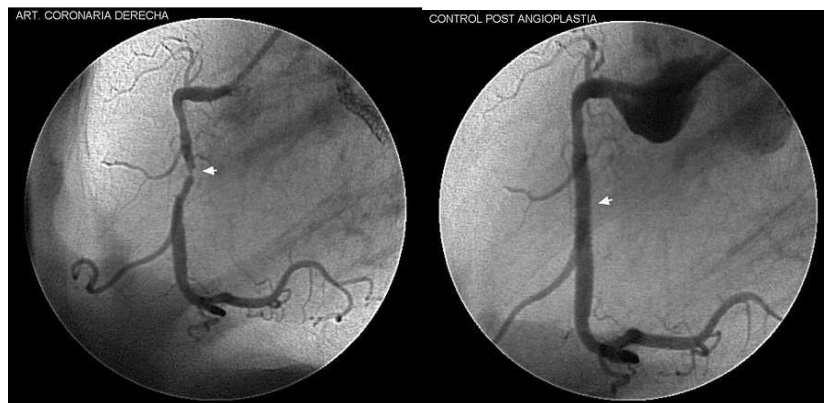
### 2.2.3 Cardiología Intervencionista

#### 2.2.3.1 Coronariografía con angioplastia coronaria

La coronariografía es un procedimiento diagnóstico, cuya **finalidad** es estudiar a las arterias coronarias, **las cuáles** no son visibles con el uso grafía convencional. Por lo anterior, se requiere **de** la administración intravascular de material de contraste radiopaco **mediante la inserción de un** cateter a nivel de la arteria femoral o braquial. Este procedimiento **con el uso del fluoroscopio** permite objetivar las **zonas exactas** de estenosis (figura 8).

Una vez que se cuenta con el diagnóstico, el cirujano intervencionista decide la realización del procedimiento terapéutico denominado angioplastia coronaria, que consiste en la desobstrucción del vaso afectado mediante la colocación de un dispositivo **llamado "stent"**, el cuál evitará que el vaso se obstruya nuevamente.

Figura 8: Imagen de un procedimiento de coronariografía que muestra estenosis de la arteria coronaria derecha y control posterior a la angioplastia.

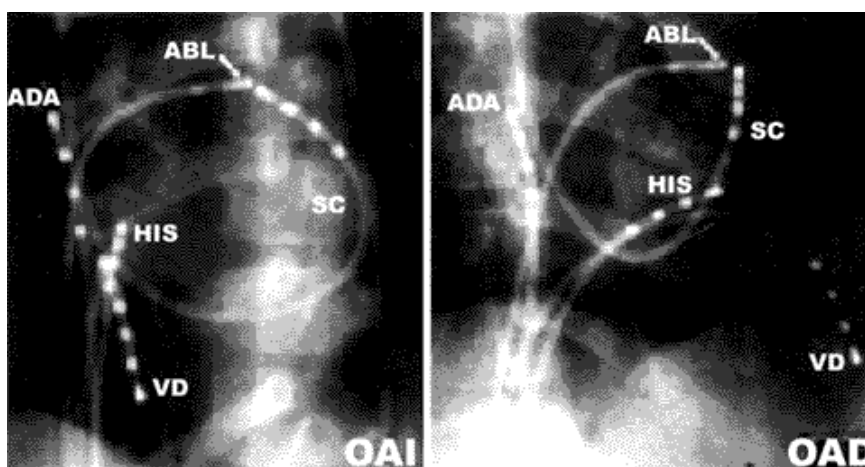


### 2.2.3.2 Electrofisiología cardíaca con ablación

Hace referencia a la ciencia que estudia el mecanismo, función y actividades eléctricas del corazón. Generalmente se utiliza para **realizar** estudios intracardiacos en los que se graban las respuestas cardiacas tras estimulación eléctrica programada. Se utiliza para evaluar arritmias, registros electrocardiográficos anormales o el riesgo de que se desarrolle una arritmia compleja. Para poder evaluarlas, se **inserta** un catéter a nivel clavicular, braquial o femoral. Posteriormente, se introduce una guía metálica que señalará junto con el fluoroscopio la llegada a la cavidad cardiaca (figura 9); ahí se harán llegar unas sondas flexibles que contienen electrodos, y estos serán los encargados de producir los estímulos eléctricos que podrán objetivar el sitio exacto de la región eléctrica defectuosa.

Así, estos procedimientos cada vez incluyen métodos terapéuticos adicionales, generalmente ablación con radiofrecuencia, aunque también puede hacerse uso de la implantación de marcapasos y de desfibriladores implantables. La ablación es un método que consiste en la destrucción del tejido que provoca la perturbación del flujo eléctrico, restaurando el ritmo saludable. Esta energía puede ser en forma de radiofrecuencia, que cauteriza el tejido, o de frío intenso, que lo destruye por congelación.

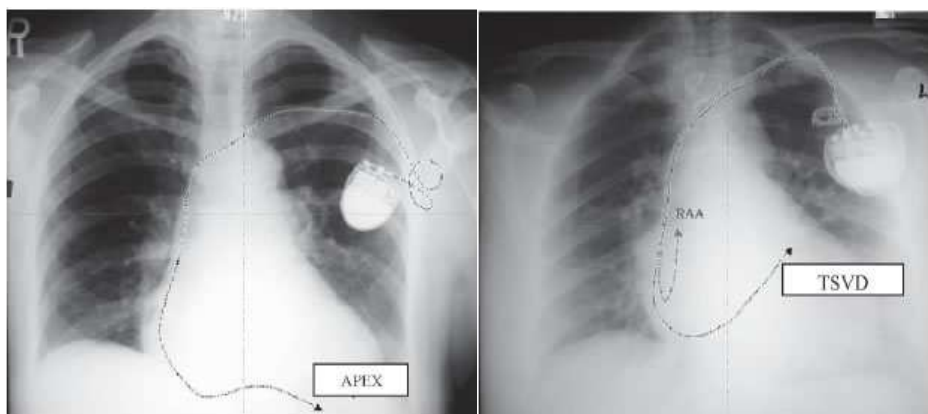
**Figura 9:** Imagen de ablación de la vía accesoria antero lateral izquierda. ABL: catéter de ablación en inserción auricular VD: ventrículo derecho. SC: Seno Coronario izquierdo.



### 2.2.3.3 Implante de marcapasos

Se trata de implantar un dispositivo con la finalidad de mantener la frecuencia cardíaca dentro de parámetros normales en aquellos pacientes que tienen alterado el sistema de regulación del ritmo. Consta de un generador de impulsos eléctricos conectado a los electrodos. Habitualmente, la cateterización tiene un abordaje a nivel clavicular. Como en otros procedimientos se introduce una guía metálica (cuya imagen se obtendrá mediante fluoroscopia) hasta el sitio exacto de colocación y se procede al implante definitivo (figura 10).

**Figura 10:** (Izquierda) Imagen de grafía digital posterior al procedimiento, en la que se muestra el implante de un electrodo en el ápex del ventrículo derecho. (Derecha) Implante del electrodo en el tracto de salida del ventrículo derecho.



### 2.3 Características técnicas de los equipos de fluoroscopia

Conocer el equipo utilizado en estos procedimientos permite realizar comparativas con respecto a otros estudios realizados en el ámbito hospitalario. Además es fundamental el conocimiento y su adecuada cumplimentación legal, ya que si no se cuenta con los óptimos controles en protección radiológica, comenzando desde los equipos, se influye negativamente sobre los médicos que hacen uso de ellos. En los próximos apartados se citan las características técnicas de los diferentes equipos utilizados en cada ámbito de interés.

#### 2.3.1 Cirugía de Digestivo

Equipo	Características Técnicas
1. Siemens Polydros SX 65 (Equipo fijo)	1. Generador: Fabricante: Siemens Modelo: Polydros SX 65 No. Serie: - 2. Tubo: Fabricante: Siemens Modelo: 150/40/80 HC-100 No. Serie: 373813 3. Pantalla: AGFA ADCC MD

#### 2.3.2 Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT)

<p>1. Siemens Siremobil Compact (Equipo portátil)</p>	<p>1. Generador: Fabricante: Siemens Modelo: Siremobil Compact No. Serie: 03062 S07</p> <p>2. Tubo: Fabricante: Siemens Modelo: SR 110 No. Serie: 189804</p> <p>3. Intensificador de imagen: Fabricante: Siemens Modelo: 4933735 G 1508 No. Serie: 601492 S01</p>
<p>2. Philips BV Libra (Equipo portátil)</p>	<p>1. Generador: Fabricante: Philips Modelo: BV Libra No. Serie: 000562</p> <p>2. Tubo: Fabricante: Philips Modelo: 989000064801 No. Serie: 978265</p> <p>3. Intensificador de imagen: Fabricante: Philips Modelo: 989601023661 No. Serie: 820200704028</p>

### 2.3.3 Cardiología Intervencionista

<p>1. Siemens Axion Artis Polydros SX 80 (Equipo fijo)</p>	<p>1. Generador: Fabricante: Siemens Modelo: Axion Artis (Polydros SX 80) No. Serie: 03069</p> <p>2. Tubo: Fabricante: Siemens Modelo: Megalix Cat 125/15/40/80-122GW No. Serie: S-954 370 205</p> <p>3. Monitor: Fabricante: Siemens Modelo: Simomed HM54 No. Serie: HXP902340 Ubicación: Zona de control</p>
<p>2. Philips BV Libra (Equipo portátil)</p>	<p>1. Generador: Fabricante: Philips Modelo: BV Libra No. Serie: 000562</p> <p>2. Tubo: Fabricante: Philips Modelo: 989000064801 No. Serie: 978265</p> <p>3. Intensificador de imagen: Fabricante: Philips Modelo: 989601023661 No. Serie: 820200704028</p>
<p>3. Siemens Axion Artis Polydros 100</p>	<p>1. Generador:</p>

(Equipo fijo)	<p>Fabricante: Siemens  Modelo: Axion Artis (Polydros A 100)  No. Serie: 1950</p> <p>2. Tubo:  Fabricante: Siemens  Modelo: -  Megalix Cat 125/15/40/80-122GW  No. Serie: 226340503</p> <p>3. Monitor:  Fabricante: Siemens  Modelo: 7728657  No. Serie: HXT8004247  Ubicación: Zona de control</p>
---------------	---

## 2.4 Trabajo de campo del “Servicio de Prevención”

### 2.4.1 Características de las observaciones

Se realizaron visitas de campo en los ámbitos de interés y en ellos se recopiló la información relacionada con los procedimientos anteriormente citados. Fundamentalmente, se observaron las características de las instalaciones, del personal que interviene en los procedimientos, los equipos de medición utilizados, equipos de protección individual (EPI) disponibles y las técnicas de minimización de la exposición empleadas. Para obtener mayor detalle sobre cada una de las características observadas en las visitas de campo, deberá consultar el *check list* ubicado en el anexo 5.

Respecto a la evaluación de las instalaciones, se tomó en cuenta la clasificación de zonas regulada por el RD 783/2001<sup>2</sup>. El presente reglamento clasifica las zonas en función de la posibilidad de exceder o no una determinada dosis efectiva. Existe la zona vigilada y la zona controlada; esta última a su vez, se subdivide en zona de permanencia limitada, zona de permanencia reglamentada y zona de acceso prohibido. Para obtener mayor detalle de los límites de dosis para cada una de las zonas, merece la pena observar el anexo 3.

### 2.4.2 Cirugía de Digestivo

#### 2.4.2.1 Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE)

Este procedimiento utilizó el equipo Siemens Polydros SX 65, cuyas características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.1.

#### 2.4.2.2 Enteroscopia

Este procedimiento utilizó el equipo Siemens Polydros SX 65, cuyas características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.1.

### 2.4.3 Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT)

#### 2.4.3.1 Artroplastia de cadera

Este procedimiento utilizó el equipo Philips BV libra, cuyas características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.2.



### **2.4.3.2 Artrodesis vertebral cervical/torácica/lumbar**

Este procedimiento utilizó distintos equipos. En el caso de Artrodesis vertebral torácica, el equipo fue Philips BV Libra. En el caso de Artrodesis cervical y lumbar se utilizó el Siemens Siremobil Compact. Las características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.2.

### **2.4.4 Cardiología intervencionista**

#### **2.4.4.1 Coronariografía**

Este utilizó el equipo Siemens Axion Artis Polydros SX 80, cuyas características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.3.

#### **2.4.4.2 Angioplastia coronaria**

Este procedimiento utilizó el equipo Siemens Axion Artis Polydros SX 80, cuyas características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.3.

#### **2.4.4.3 Electrofisiología cardiaca**

Este procedimiento utilizó el equipo Siemens Axion Artis Polydros SX 80, cuyas características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.3.

#### **2.4.4.4 Ablación cardiaca**

Este procedimiento utilizó el equipo Siemens Axion Artis Polydros SX 80, cuyas características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.3.

#### **2.4.4.5 Implante de marcapaso**

Este procedimiento utilizó el equipo Siemens Philips BV Libra, cuyas características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.3.

### **2.5 Trabajo de campo de la “Empresa ACPRO”**

“ACPRO” (ver apartado 2.1) realizó en el centro hospitalario, diferentes visitas de campo para realizar observaciones con la finalidad de adecuar las recomendaciones de protección radiológica. Posteriormente, realizaron simulaciones y mediciones en los ámbitos de interés.

#### **2.5.1 Evaluación de instalaciones**

La empresa “ACPRO” evaluó la adecuada cumplimentación legal según el RD 783/2001 de: señalizaciones, control de accesos a las zonas (anexo 3) y equipos con la finalidad de proteger radiológicamente a los trabajadores.

#### **2.5.2 Cardiología Intervencionista**

### 2.5.2.1 Simulación de un Implante de Marcapaso

Esta simulación la realizó "ACPRO" con el objetivo de evaluar la metodología de trabajo a efectos de protección radiológica y estimar la tasa de dosis equivalente a diferentes distancias con/sin el uso del delantal plomado.

El equipo utilizado en la simulación fue Siemens Siremobil compact, cuyas características técnicas han sido referidas en el apartado 2.3.3. El equipo dispersor fue un recipiente con 5 litros de agua.

El medidor constaba de una cámara de ionización de la marca ROTEM, modelo Ram Ion Digilog y los parámetros utilizados durante la exploración fueron 74 kV, 4.5 mA. Siendo estas las condiciones más desfavorables que se pueden tener (según información aportada por el operador) en modo de escopia y con la mayor apertura del colimador.

Finalmente se emitió una valoración (apartado 3.2.2.1) y recomendaciones para la disminución de la exposición (apartado 4.1).

### 2.5.2.2 Evaluación de la metodología de trabajo en el ámbito

Esta evaluación la realizó "ACPRO" con el objetivo de proteger radiológicamente a los trabajadores. Observaron la metodología del trabajo, la adecuada cumplimentación legal de: señalizaciones, control de accesos a zonas, equipos, manejo por personal experto, hábitos del personal y uso de los equipos de protección individual.

Los equipos presentes en las áreas de angiografía/hemodinámica, cuyas características técnicas se encuentran en el apartado 2.3.3 fueron:

- Equipo 1: Siemens Axion Artis Polydros SX 80
- Equipo 2: Siemens Axion Artis Polydros A 100

Finalmente se emitió una valoración (apartado 3.2.2.2) y recomendaciones para la disminución de la exposición (apartado 4.1).

### 2.5.2.3 Simulación de la metodología de trabajo con dos equipos distintos

Esta simulación la realizó "ACPRO" con el objetivo de evaluar la metodología de trabajo a efectos de protección radiológica. Efectuó la estimación de las dosis integradas en distintas ubicaciones dentro de la sala para medir los niveles de radiación en cada uno de los equipos utilizados, cuyas características técnicas han sido citadas en el apartado 2.3.3, cada uno de ellos cuenta con tecnologías de captación de imagen diferentes.

- Equipo 1: Siemens Axion Artis Polydros SX 80
- Equipo 2: Siemens Axion Artis Polydros A 100

El medidor constaba de una cámara de ionización de la marca ROTEM, modelo Ram Ion Digilog. A su vez había un multimedidor RTI Electronics, modelo PMX-III. Para simular al paciente se utilizó un maniquí de PMMA de 30cm x 30cm y 20cm de grueso.

Para poder realizar las mediciones, el maniquí se enganchó por debajo de la mesa, colocándolo dentro del haz de radiación con una sonda conectada al multimedidor.

Para la adquisición de los datos se tomó en cuenta que ambos equipos no coinciden del todo aunque sean muy similares y que las dimensiones de las mesas son distintas.

Se realizó escopia pulsada, manteniendo el número de pulsos y distancias por 60 segundos. El resto de características las selecciona el equipo automáticamente. Para poder reproducir las mismas condiciones, se colocó el medidor sobre la mesa y se desplazó a lo largo de ella en diferentes posiciones, tratando de simular las distancias a las que se podría encontrar el médico, enfermera y técnico de radiología.

	Siemens Polydros SX 80	Siemens Polydros A 100
Medida del campo	40 cm	42 cm
Tiempo	60 s	60 s
Pulsos	30 p/s	30 p/s
Distancia foco-mesa	60 cm	60 cm
Distancia foco-intensificador	115 cm	115 cm
Maniquí	20 cm PMMA	20 cm PMMA
Ubicación detector a distancia 1	25cm	25cm
Ubicación detector a distancia 2	1.15m	1.15m
Ubicación detector a distancia 3	1.65m	1.65m

Finalmente se emitió una valoración (apartado 3.2.2.3) y recomendaciones para la disminución de la exposición (apartado 4.1).

### 2.5.3 Estimación dosimétrica

Se obtuvo información por medio de la empresa “ACPRO”, relacionada con las mediciones dosimétricas de los médicos en estudio. La información obtenida constaba de: categoría del trabajador, valor acumulado de la dosis superficial/profunda mensual y anual. También constaba la dosis equivalente profunda acumulada de los últimos 5 años. Dicha valoración se puede observar en el apartado 3.2.3.

### 2.6 Revisión bibliográfica

La búsqueda bibliográfica se dividió en dos apartados.

El primer apartado constó en la búsqueda de literatura gris por medio del “Google”. El objetivo fue identificar la legislación vigente sobre el tema y las instituciones relacionadas con la legislación que aportan información de interés sobre protocolos de vigilancia de la salud. De esta búsqueda se revisaron documentos como el Boletín Oficial del Estado (BOE), Notas Técnicas de Prevención (NTP) e instituciones como el Consejo de seguridad Nuclear (CSN), Comisión de Salud Pública, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) y National Council on Radiation Protection (NCRP).

El segundo apartado de la búsqueda se realizó con el objetivo de identificar los efectos a la salud producidos por las radiaciones ionizantes en los médicos de estos ámbitos. También, se buscaron metodologías de estudio que permitieran la identificación del riesgo y medidas de protección utilizadas. Dicha búsqueda se realizó por medio de bases de datos científicas tipo PubMed,

Cochrane Library y Medscape. Las palabras clave utilizadas fueron: Radiology, ionizing radiation, radiation effects, interventional procedures, cardiologist, digestive, CPRE, surgeons, orthopaedic, staff, professional exposure, occupationally exposure, hospital workers, skin injuries, cancer risk, lens opacities, cataract, chromosomal aberrations y haematological alterations. Unidas con AND/OR y limitadas al idioma de inglés y español.

Los artículos de interés, se ubicaban principalmente en revistas especializadas de gastroenterología, cardiología, traumatología y ortopedia, cirugía, radiología, medicina ocupacional y salud laboral. Todos los artículos se solicitaron y obtuvieron por medio del Servicio de Biblioteca de la Corporación Sanitaria Parc Taulí.

### **3. Valoración crítica**

#### **3.1 Trabajo de campo “Resultados del Servicio de Prevención”**

##### **3.1.1 Características de las observaciones**

Para realizar las visitas de campo, se realizó un *check list*, ubicado en el anexo 5, donde se detallan las principales observaciones derivadas de los procedimientos. El resultado de las observaciones se ubica en los apartados siguientes.

##### **3.1.2 Cirugía de digestivo**

##### **3.1.2.1 Colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE)**

	<b>CPRE 1</b>	<b>CPRE 2</b>
<b>Tiempo del procedimiento</b>	1 hora	30 minutos
<b>Tiempo de irradiación</b>	13.08 minutos	1.34 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	371.9 cGy·cm <sup>2</sup> 14 imágenes de grafía digital	232.9 cGy·cm <sup>2</sup> 6 imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipo radiológico fijo, instalaciones con adecuada señalización de las zonas. Contaba con puertas y cristales plomados.</li> <li>Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos y 1 enfermero. Fuera de la zona controlada interviene 1 anestesiólogo adjunto, 1 anestesiólogo en formación y el técnico en radiología (TER), los cuales no ingresan a menos que sea necesario, con los sistemas de medición y protección individual necesarios.</li> <li>El personal médico utilizaba adecuadamente el dosímetro de cuerpo.</li> <li>Respecto a los equipos de protección</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipo radiológico fijo, instalaciones con adecuada señalización de las zonas. Contaba con puertas y cristales plomados.</li> <li>Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos y 1 enfermero. Fuera de la zona controlada interviene 1 anestesiólogo adjunto, 1 anestesiólogo en formación y el TER, los cuales no ingresan a menos que sea necesario y con los sistemas de medición y protección individual necesarios.</li> <li>El personal médico no utilizaba dosímetro de cuerpo, ni de muñeca. Tampoco se observó el uso de gafas ni guantes plomados.</li> <li>Respecto al uso de los EPI, los</li> </ol>

	<p>personal (en adelante EPI), los médicos portaban delantal plomado con protección gonadal y tiroidea.</p> <p>6. No se observó el uso de dosímetro de muñeca, gafas ni guantes plomados.</p> <p>7. No se observó que los médicos dirigieran su visión en dirección al haz de emisión y las manos no fueron irradiadas directamente. No se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal se alejara más de su puesto habitual. Ocasionalmente se abre la puerta durante las emisiones, sin previo aviso.</p> <p>8. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso irregular del dosímetro lo que puede ofrecer mediciones dosimétricas infravaloradas.</p>	<p>médicos portaban delantal plomado con protección gonadal y tiroidea.</p> <p>6. No se observó que los médicos dirigieran su visión en dirección al haz de emisión y las manos no fueron irradiadas directamente. No se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal se alejara más de su puesto habitual. Ocasionalmente se abre la puerta durante las emisiones, sin previo aviso.</p> <p>7. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso irregular del dosímetro lo que puede ofrecer mediciones dosimétricas infravaloradas.</p>
--	---	---

### 3.1.2.2 Enteroscopia

	Enteroscopia 1	Enteroscopia 2
<b>Tiempo del procedimiento</b>	51 minutos	33 minutos
<b>Tiempo de irradiación</b>	2.23 minutos	2.46 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	268.3 cGy·cm2 - imágenes de grafía digital	403.5 cGy·cm2 2 imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipo radiológico fijo, instalaciones con adecuada señalización de las zonas. Contaba con puertas y cristales plomados.</li> <li>Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos y 2 enfermeros. Se observó que dentro de la zona controlada, durante el procedimiento había 2 médicos más de los necesarios. Fuera de la zona controlada interviene 1 anestesiólogo adjunto, 1 anestesiólogo en formación y 1 TER, los cuales no ingresan a menos que sea necesario y con los sistemas de medición y protección individual necesarios.</li> <li>Solo 1 de los 4 médicos portaba el dosímetro.</li> <li>Respecto al uso de los EPI, los médicos portaban delantal plomado con protección gonadal y tiroidea.</li> <li>No se observó el uso de dosímetro de muñeca, gafas ni guantes plomados.</li> <li>No se observó que los médicos dirigieran su visión en dirección al haz</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipo radiológico fijo, instalaciones con adecuada señalización de las zonas. Contaba con puertas y cristales plomados.</li> <li>Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos, 2 enfermeros y 1 anestesiólogo. Fuera del área controlada interviene 1 TER, el cual no ingresa a menos que sea necesario y con los sistemas de medición y protección individual necesarios.</li> <li>El personal médico no utilizaba dosímetro de cuerpo, ni de muñeca. Tampoco se observó el uso de gafas ni guantes plomados.</li> <li>Respecto al uso de los EPI, los médicos portaban delantal plomado con protección gonadal y tiroidea.</li> <li>No se observó que los médicos dirigieran su visión en dirección al haz de emisión y las manos no fueron irradiadas directamente. No se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal se alejara</li> </ol>

	<p>de emisión. Se observó en 2 ocasiones irradiación directa a las manos de un médico observador sin dosímetro. No se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal se alejara más de su puesto habitual. Las ocasiones en las que se abre la puerta avisan y suspenden la radiación.</p> <p>8. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran el uso irregular del dosímetro lo que puede ofrecer mediciones dosimétricas infravaloradas.</p>	<p>más de su puesto habitual. Las ocasiones en las que se abre la puerta avisan y suspenden la radiación.</p> <p>7. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso irregular del dosímetro y mala colocación del mismo. Lo que puede ofrecer mediciones dosimétricas irreales.</p>
--	--	---

### 3.1.3 Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT)

#### 3.1.3.1 Artroplastia de cadera

<b>Tiempo del procedimiento</b>	52 minutos
<b>Tiempo de irradiación</b>	0.31 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	2.30 mGy. 8 imágenes de grafía digital.
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilización de equipo radiológico portátil, instalaciones con adecuada señalización de las zonas. Los quirófanos con uso de portátiles no cuentan con puertas ni cristales plomados.</li> <li>2. Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>3. En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos, 1 instrumentista, 1 circulante, 1 anestesiólogo y 1 TER.</li> <li>4. El personal médico utilizaba adecuadamente el dosímetro de cuerpo.</li> <li>5. Respecto al uso de los EPI, los médicos portaban delantal plomado con protección gonadal.</li> <li>6. No se observó el uso de dosímetro de muñeca, protector tiroideo, gafas ni guantes plomados.</li> <li>7. No se observó que los médicos dirigieran su visión en dirección al haz de emisión y las manos no fueron irradiadas directamente. Se observó que durante las emisiones de grafía digital, todo el personal se aleja a más de 2 metros de su puesto habitual.</li> <li>8. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran que posterior al inicio de un procedimiento, se puede incorporar o sustituir a algún integrante. También se observó un uso irregular del dosímetro y mala colocación del mismo. Lo que puede ofrecer mediciones dosimétricas irreales.</li> </ol>

### 3.1.3.2 Artrodesis vertebral

#### 3.1.3.2.1 Artrodesis vertebral cervical

<b>Tiempo del procedimiento</b>	1.45 horas
<b>Tiempo de irradiación</b>	0.1 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	No registrada por el equipo 4 imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Utilización de equipo radiológico portátil, instalaciones con adecuada señalización de las zonas. Los quirófanos con uso de portátiles no cuentan con puertas ni cristales plomados.</li><li>2. Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li><li>3. En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos, 1 instrumentista, 1 circulante, 1 anestesiólogo adjunto, 1 anestesiólogo en formación y 1 TER.</li><li>4. El personal médico utilizaba adecuadamente el dosímetro de cuerpo.</li><li>5. Respecto al uso de los EPI, los médicos portaban delantal plomado con protección gonadal y tiroidea.</li><li>6. No se observó el uso de dosímetro de muñeca, gafas ni guantes plomados.</li><li>7. No se observó que los médicos dirigieran su visión en dirección al haz de emisión y las manos no fueron irradiadas directamente. Se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal médico se aleja a 1 metro de su puesto habitual.</li><li>8. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso irregular del dosímetro lo que puede ofrecer mediciones dosimétricas infravaloradas. También se observó un uso irregular del protector tiroideo, aunque cuando se irradiaba todo el personal se alejaba del haz a más de 2 metros.</li></ol>

#### 3.1.3.2.2 Artrodesis vertebral torácica

<b>Tiempo del procedimiento</b>	2.07 horas
<b>Tiempo de irradiación</b>	0.16 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	3.82 mGy 10 imágenes de grafía digital.
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Utilización de equipo radiológico portátil, instalaciones con adecuada señalización de las zonas. Los quirófanos con uso de portátiles no cuentan con puertas ni cristales plomados.</li><li>2. Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li><li>3. En el procedimiento intervienen directamente 3 médicos, 1 instrumentista, 1 circulante, 1 anestesiólogo y 1 TER. Adicionalmente se observó la presencia de 2 médicos en formación.</li><li>4. El personal médico no usó dosímetro de cuerpo ni de muñeca.</li><li>5. Respecto a los EPI, los médicos portaban delantal plomado con protección gonadal y solo uno de ellos portaba protección tiroidea.</li><li>6. No se observó el uso de gafas ni guantes plomados.</li><li>7. No se observó que los médicos dirigieran su visión en dirección al haz de emisión y las manos no fueron irradiadas directamente. Se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal médico, como el resto del personal se</li></ol>

	<p>alejaba a más de 2 metros del haz.</p> <p>8. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso irregular del dosímetro lo que puede ofrecer mediciones dosimétricas infravaloradas. También se observó que no se hacía uso del delantal plomado y protector tiroideo, aunque cuando se irradiaba todo el personal salía del quirófano.</p>
--	---

### 3.1.3.2.3 Artrodesis vertebral lumbar

<b>Tiempo del procedimiento</b>	1.29 horas
<b>Tiempo de irradiación</b>	0.2 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	No registrada por el equipo 7 imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipo radiológico portátil, instalaciones con adecuada señalización de las <b>zonas</b>. Los quirófanos con uso de portátiles no cuentan con puertas ni cristales plomados.</li> <li>Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos, 1 instrumentista, 1 circulante, 1 anestesiólogo adjunto, 1 anestesiólogo en formación y 1 TER.</li> <li>El personal médico no utilizó dosímetro de cuerpo ni de muñeca. Tampoco se observó el uso de EPI.</li> <li>No se observó que los médicos dirigieran su visión en dirección al haz de emisión y las manos no fueron irradiadas directamente. Se observó que durante las emisiones de grafía digital todo el personal salía del quirófano.</li> <li>Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso irregular del dosímetro y EPI. En todas las ocasiones que había emisión el personal salía del quirófano y el TER contaba con dosímetro y EPI adecuados.</li> </ol>

### 3.1.4 Cardiología intervencionista

#### 3.1.4.1 Coronariografía

	<b>Coronariografía 1</b>
<b>Tiempo del procedimiento</b>	38 minutos
<b>Tiempo de irradiación</b>	12.6 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	PDA: 13736.4 $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ 1464 mGy 14 imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipo radiológico fijo, instalaciones con adecuada señalización de las <b>zonas</b>. Contaba con puertas y cristales plomados. Se observaron cortinas plomadas por debajo de la mesa y una mampara plomada móvil para protección ocular, esta última sin haber sido utilizada.</li> <li>Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos, 1 instrumentista, 1 circulante y 1 TER.</li> <li>El personal médico no utilizaba dosímetro de cuerpo, ni de muñeca.</li> <li>Respecto al <b>uso de</b> los EPI, los médicos portaban delantal plomado con protección gonadal y tiroidea. <b>No</b> se observó el uso de gafas ni guantes plomados.</li> <li>Se observó que en función de las necesidades del médico se realizan las proyecciones radiológicas, muchas de ellas en posición oblicua dirigidas sobre el paciente.</li> <li>No se observó irradiación directa sobre las manos. Tampoco se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal se alejara de su puesto habitual. Se observó la apertura de la puerta durante las emisiones, sin previo aviso.</li> </ol>



	8. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso irregular o mala colocación del dosímetro lo que puede ofrecer mediciones dosimétricas irreales.
--	---

<b>Coronariografía 2</b>	
<b>Tiempo del procedimiento</b>	15 minutos
<b>Tiempo de irradiación</b>	2.6 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	PDA: 6351.7 $\mu$ ·Gym <sup>2</sup> 967 mGy 6 imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilización de equipo radiológico fijo, instalaciones con adecuada señalización de las <b>zonas</b>. Contaba con puertas y cristales plomados. Se observaron cortinas plomadas por debajo de la mesa y una mampara plomada móvil para protección ocular, esta última sin haber sido utilizada.</li> <li>2. Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>3. En el procedimiento intervienen directamente 1 médico, 1 instrumentista, 1 circulante y 1 TER.</li> <li>4. El personal médico no utilizaba dosímetro de cuerpo, ni de muñeca.</li> <li>5. Respecto al <b>uso de</b> los EPI, el personal médico portaba delantal plomado con protección gonadal y tiroidea. No se observó el uso de gafas ni guantes plomados.</li> <li>6. Se observó que en función de las necesidades del médico se realizan las proyecciones radiológicas, muchas de ellas en posición oblicua dirigidas sobre el paciente.</li> <li>7. No se observó irradiación directa sobre las manos. Tampoco se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal se alejara de su puesto habitual. La puerta permaneció cerrada durante las emisiones y en caso de salir avisaban.</li> <li>8. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso adecuado del dosímetro y EPI.</li> </ol>

### 3.1.4.2 Angioplastia coronaria

<b>Tiempo del procedimiento</b>	33 minutos
<b>Tiempo de irradiación</b>	9.3 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	DA: 15571.0 $\mu$ Gy·m <sup>2</sup> 3207 mGy 25 imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilización de equipo radiológico fijo, instalaciones con adecuada señalización de las <b>zonas</b>. Contaba con puertas y cristales plomados. Se observaron cortinas plomadas por debajo de la mesa y una mampara plomada móvil para protección ocular, esta última sin haber sido utilizada.</li> <li>2. Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>3. En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos, 1 instrumentista, 1 circulante y 1 TER. Adicionalmente se incorpora un circulante ya iniciado el procedimiento.</li> <li>4. El personal médico <b>no</b> utilizaba dosímetro de cuerpo, ni de muñeca.</li> <li>5. Respecto al <b>uso de</b> los EPI, el personal de estudio portaba delantal plomado con protección gonadal. El protector tiroideo presentó un uso irregular. No se observó el uso de gafas ni guantes plomados.</li> <li>6. Se observó que en función de las necesidades del médico se realizan las proyecciones radiológicas, muchas de ellas en posición oblicua dirigidas sobre el paciente.</li> <li>7. No se observó irradiación directa sobre las manos. Tampoco se observó que</li> </ol>

	<p>durante las emisiones de grafía digital el personal se alejara de su puesto habitual. La puerta permaneció cerrada durante las emisiones y en caso de salir avisaban.</p> <p>8. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso adecuado del dosímetro y EPI.</p>
--	--

### 3.1.4.3 Electrofisiología cardiaca

<b>Tiempo del procedimiento</b>	38 minutos
<b>Tiempo de irradiación</b>	8.2 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	DA: 424.2 $\mu$ Gy·m <sup>2</sup> 53.8 mGy - imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipo radiológico fijo, instalaciones con adecuada señalización de las <b>zonas</b>. Contaba con puertas y cristales plomados. Se observaron cortinas plomadas por debajo de la mesa y una mampara plomada móvil para protección ocular, esta última sin haber sido utilizada.</li> <li>Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>En el procedimiento intervienen directamente 1 médico, 1 instrumentista y 1 TER. A más de 2 metros de distancia se encuentra otro médico encargado de la aplicación de estímulos desde un monitor.</li> <li>El personal médico no utilizaba dosímetro de cuerpo, ni de muñeca.</li> <li>Respecto al <b>uso de</b> los EPI, el personal de estudio portaba delantal plomado con protección gonadal y tiroidea. No se observó el uso de gafas ni guantes plomados.</li> <li>Se observó que en función de las necesidades del médico se realizan las proyecciones radiológicas, muchas de ellas en posición oblicua dirigidas sobre el paciente. No se observó irradiación directa sobre las manos. Tampoco se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal se alejara de su puesto habitual. La puerta permaneció cerrada durante las emisiones y en caso de salir avisaban.</li> <li>Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso adecuado del dosímetro y EPI.</li> </ol>

### 3.1.4.4 Ablación cardiaca

<b>Tiempo del procedimiento</b>	3.17 horas
<b>Tiempo de irradiación</b>	82.8 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	DA: 1767.8 $\mu$ Gy·m <sup>2</sup> 141 mGy - imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipo radiológico fijo, instalaciones con adecuada señalización de las <b>zonas</b>. Contaba con puertas y cristales plomados. Se observaron cortinas plomadas por debajo de la mesa y una mampara plomada móvil para protección ocular, esta última sin haber sido utilizada.</li> <li>Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico.</li> <li>En el procedimiento intervienen directamente 2 médicos, 1 instrumentista y 1 TER. A más de 2 metros de distancia se encuentran otros 2 médicos encargados de la aplicación de estímulos desde un monitor.</li> <li>Solo el 50% de los médicos utilizaba dosímetro de cuerpo, no se observó el uso de dosímetro de muñeca.</li> <li>Respecto al <b>uso de</b> los EPI, el personal de estudio portaba delantal plomado con protección gonadal y tiroidea. No se observó el uso de gafas ni guantes plomados.</li> <li>Se observó que en función de las necesidades del médico se realizan las</li> </ol>

	<p>proyecciones radiológicas, muchas de ellas en posición oblicua dirigidas sobre el paciente.</p> <p>7. No se observó irradiación directa sobre las manos. Tampoco se observó que durante las emisiones de grafía digital el personal se alejara de su puesto habitual. La puerta permaneció cerrada durante las emisiones y en caso de salir avisaban.</p> <p>8. Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso adecuado del dosímetro y EPI.</p>
--	--

### 3.1.4.5 Implante de marcapaso

<b>Tiempo del procedimiento</b>	1.10 horas
<b>Tiempo de irradiación</b>	3.05 minutos
<b>Dosis (fluoroscopia/grafía)</b>	28.5 mGy - Imágenes de grafía digital
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Utilización de equipo radiológico portátil, instalaciones con adecuada señalización de las <b>zonas</b>. Los quirófanos con uso de portátiles no cuentan con puertas ni cristales plomados.</li> <li>Personal cualificado en el manejo del equipo radiológico, en una ocasión se observó que otro personal (no TER) podía haber hecho uso del equipo radiológico. Estrictamente no es obligado que sea por el TER, ya que los médicos de Cardiología intervencionista recibieron un curso de protección radiológica.</li> <li>En el procedimiento intervienen directamente 1 médico, 1 enfermero, 1 TER y 2 técnicos de marcapasos. Adicionalmente había otro médico que no intervino en el procedimiento.</li> <li>El personal médico de intervención utilizó dosímetro de cuerpo. No de muñeca.</li> <li>Se observó el uso de delantal plomado con protector gonadal, tiroideo, gafas plomadas y guantes estériles plomados.</li> <li>Se observó que el médico puede tener su visión dirigida en dirección al haz de emisión. Las manos no fueron irradiadas directamente. Durante las emisiones de grafía digital todo el personal permanece en el mismo sitio habitual.</li> <li>Observaciones realizadas al personal que no es objeto de este estudio muestran un uso irregular del dosímetro y EPI. Inclusive se observó que a finales de la intervención ingresó personal que sin dosímetro ni EPI, permaneció en el sitio durante la emisión de radiaciones, lo que puede ofrecer mediciones dosimétricas irreales.</li> </ol>

## 3.2 Trabajo de campo “Resultados de la empresa ACPRO”

### 3.2.1 Evaluación de las instalaciones

En todos los ámbitos e instalaciones se confirmó la adecuada cumplimentación legal. **A** continuación, se presenta una tabla en la que se refieren los resultados. **Para complementar la información de la zona controlada, observar el anexo 3.**

Ámbito evaluado	Características particulares
1. Cirugía de digestivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Correcta señalización <b>como zona controlada</b>.</li> <li>- <b>Uso de equipos fijos.</b></li> <li>- Acceso controlado.</li> <li>- Equipo utilizado exclusivamente por el personal acreditado.</li> </ul>
2. COT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No procede la señalización de <b>las zonas</b> y control del acceso.</li> <li>- Uso de equipos portátiles.</li> <li>- Equipo utilizado exclusivamente por el personal acreditado.</li> </ul>
3. Cardiología intervencionista	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Correcta señalización <b>como zona controlada</b>.</li> <li>- <b>Uso de equipos fijos.</b></li> </ul>

	- Acceso controlado - Equipo utilizado exclusivamente por el personal acreditado.
3.1 Quirófano para Implante de marcapaso	- No procede la señalización de <b>las zonas</b> y control del acceso. - Uso de equipos portátiles. - Equipo utilizado exclusivamente por el personal acreditado.

### 3.2.2 Cardiología intervencionista

#### 3.2.2.1 Simulación de implante de marcapaso

En esta simulación, realizada por "ACPRO", se efectuaron estimaciones de la dosis de superficie de entrada. Los resultados obtenidos son los siguientes:

<b>Medición con detector</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tasa de dosis equivalente a 0.5m del haz: 1.9<math>\mu</math>Sv/h</li> <li>2. Tasa de dosis equivalente a 0.5m delantal plomado de 0.25mm: 78 <math>\mu</math>Sv/h</li> <li>3. Tasa de dosis equivalente a 1m del haz: 546<math>\mu</math>Sv/h</li> <li>4. Tasa de dosis equivalente a 1m delantal plomado de 0.25mm: 13 <math>\mu</math>Sv/h</li> <li>5. Tasa de dosis equivalente a 2m del haz: 112<math>\mu</math>Sv/h</li> </ol>
<b>Observaciones</b>	A mayor distancia del tubo emisor y con la utilización de los equipos de protección radiológica se disminuye considerablemente la tasa de dosis equivalente.

#### 3.2.2.2 Evaluación de la metodología de trabajo en el ámbito

<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las salas se encuentran correctamente señalizadas, con acceso controlado. Uso de escopia pulsada, los cuales varían en función de la frecuencia que se necesite, el resto de las características son automáticas. El tubo se coloca por debajo de la mesa y se hacen las proyecciones según las necesidades del médico. El campo de colimación varía en función de las necesidades de la exploración.</li> <li>2. Equipo utilizado exclusivamente por el personal acreditado.</li> <li>3. Existe mayor número de personal del que se requiere en la sala durante el momento de la emisión.</li> <li>4. Todo el personal usó el dosímetro de cuerpo. El médico y el instrumentista al ser los más cercanos al tubo emisor portaban dosímetro de muñeca.</li> <li>5. Todo el personal se encuentra protegido con delantal plomado con una equivalencia de 0.25 mm, protector tiroideo y cortinas plomadas situadas en la parte inferior de la mesa de intervención. No se utilizan gafas plomadas, aunque según el tipo de intervención hacen uso de la mampara plomada que confiere protección al cristalino.</li> <li>6. No se observa la colocación de las manos en el campo de irradiación. En diversas ocasiones el personal abre las puertas cuando se encuentran utilizando el fluoroscopio o series de grafía.</li> <li>7. Las revisiones dosimétricas acumuladas del personal médico, no superaron los límites establecidos por la legislación vigente. <b>Se llegó a este resultado, consultando la información de las estimaciones dosimétricas, explicadas con más detalle en el apartado 3.2.3</b></li> </ol>
----------------------	--

#### 3.2.2.3 Simulación de la metodología de trabajo con **dos** equipos distintos

Ubicación del detector	Siemens Polydos SX 80 (Equipo 1) Dosis integrada	Siemens Polydos A 100 (Equipo 2) Dosis integrada
25cm del centro del maniquí	22.5 $\mu$ Sv	107 $\mu$ Sv
1.15m del centro del maniquí	0.75 $\mu$ Sv	24.3 $\mu$ Sv
1.65m del centro del maniquí	0.25 $\mu$ Sv	8.88 $\mu$ Sv

<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En cuanto a las medidas de niveles de radiación en los puestos de trabajo, y aunque no son del todo reproducibles las condiciones, se puede observar <i>a priori</i> que el equipo 2 de angiografía obtiene una dosis integrada considerablemente superior a la que se obtiene del equipo 1.</li> <li>2. No obstante, los resultados obtenidos están dentro de los parámetros permisibles según el Protocolo Español en Control de la Calidad de Radiodiagnóstico (<math>\leq 100</math> mGy/min.).</li> </ol>
----------------------	--

### 3.2.3 Estimación dosimétrica

Los 47 médicos evaluados están clasificados como categoría B, **ya que, según las condiciones en que realizan su trabajo, es muy improbable que reciban dosis superiores a las descritas en el anexo 4.**

**Según la legislación vigente<sup>2</sup>, la medición dosimétrica en los profesionales categoría B, no está obligada a ser evaluada mensualmente, ni anualmente. Sin embargo, las estimaciones dosimétricas de estos médicos se realizaron con una periodicidad similar a la categoría A. Se obtuvo el valor acumulado de dosis superficial/profunda mensual y anual. También constaba la dosis equivalente profunda acumulada de los últimos 5 años.**

El acceso a los dosímetros **y al recambio mensual de los mismos**, estaba disponible para todos los médicos. Sin embargo se observó un uso irregular. Lo anterior podría infravalorar la medición.

Las 47 estimaciones dosimétricas anuales se encontraban muy por debajo de los valores establecidos (0.00 mSv – 2.83 mSv) y el 87.4% de los valores dosimétricos se encontraban en el valor 0,00mSv.

El registro que mostró mayor dosis (2.83 mSv) corresponde a un médico de Cardiología Intervencionista.

### 3.3 Valoración bibliográfica

Los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica (apartado 2.6), fundamentalmente otorgaron información que se explica mejor siguiendo los próximos apartados.

#### 3.3.1. Descripción del problema

Varios autores, en concordancia con este trabajo, muestran interés respecto a los riesgos derivados del ámbito sanitario. La incorporación de nuevas tecnologías y realización de procedimientos innovadores, generan mayor demanda en la realización de dichos procedimientos, lo que sugiere una mayor exposición comparada con la de hace años.<sup>12-17,19-21</sup>

También se sabe que, por diversos factores, el médico no se expone permanentemente a la misma dosis. Una adecuada investigación, el uso de los sistemas de protección y medición radiológica son fundamentales para estimar la exposición real a las radiaciones ionizantes.<sup>11, 21</sup>

Otros estudios realizados en el ámbito de Cardiología Intervencionista objetivan que los sistemas tecnológicos ofrecen seguridad dentro de los parámetros legalmente establecidos. Sin embargo, en algunos casos, no existe un adecuado conocimiento en materia de protección radiológica, por parte del profesional expuesto. Se ha estimado que sólo un 25% de los profesionales expuestos cuenta con el 50% de los conocimientos mínimos sobre los principios de seguridad radiológica. El desconocimiento del resto de médicos no obedece a edad, ni experiencia laboral.<sup>21</sup>

En concordancia, se sugiere que se debe de reafirmar el trabajo de los Servicios de Prevención, encargados de la información y formación de sus trabajadores. Se deberán de eliminar las dudas relacionadas con el tema y sensibilizar al personal sobre las buenas prácticas sanitarias. Lo anterior, si se realizará de forma periódica, podría influir en la disminución de la exposición y limitar los efectos a la salud.<sup>11, 21</sup>

### 3.3.2 Instalaciones y equipos radiológicos

Disponer de un adecuado uso de las instalaciones y equipos radiológicos son fundamentales en materia de protección radiológica. Por lo que, realizar revisiones periódicas y mantenerlos en condiciones óptimas, de acuerdo con la legalidad vigente es condición necesaria. Contar con un Técnico de Radiología (TER), que tenga la formación suficiente para operar los equipos, debe ayudar a disminuir la dosis recibida. Se refiere que el uso correcto de estas medidas de protección, ofrece una efectividad del 93-96%.<sup>16</sup> Estos estudios, en concordancia con los resultados obtenidos de las visitas de campo del Servicio de Prevención y de la empresa "ACPRO", sugieren que las principales medidas de protección, deberán ser aquellas que limiten el tiempo de exposición, como serían las propias del equipo y su uso adecuado.

Así, la limitación de la potencia del tubo, que correlaciona en un 76% con el peso del paciente y la potencia automática del tubo; deberán de ser tomadas en cuenta al ser un factor de variación. Se debe limitar el campo irradiado y evitar las proyecciones oblicuas, porque determinan mayor dispersión. Todo lo anterior, deberá ser objeto de realización siempre que el procedimiento lo permita. También, el uso de equipos digitales, la utilización de la última imagen y el apantallamiento de las salas de intervención; permitirán limitar la dispersión radiológica.<sup>11, 13, 15, 16, 21</sup>

Inclusive, uno de los pocos estudios encontrados del procedimiento de "CREP", mostró que, aunque la diferencia no fuera estadísticamente significativa, el uso del fluoroscopio con tiempo limitado, comparado con el de pulso; disminuía el tiempo de emisión de radiaciones y por lo tanto de la exposición.<sup>15</sup>

### 3.3.3 Dosimetría y equipos de protección individual (EPI)

La necesidad de obtener mayor control en la realización, el uso y la verificación de las medidas preventivas, es justificada por los diversos factores, algunos de ellos referidos anteriormente.

El dosímetro es el principal sistema de medición que se tiene a la fecha para estimar la dosis recibida de radiación. El uso sistemático y adecuado permite una estimación más próxima a la realidad. Lo anterior, permitirá una evaluación e identificación de la situación de exposición y de los posibles accidentes o enfermedades derivados de la misma.

Este estudio, en concordancia con otros, muestran la dificultad para determinar la dosis real a la que se encuentran expuestos los médicos. Esto obedece a múltiples causas, principalmente por el uso irregular o inadecuado del dosímetro por parte del personal médico. Esto se traduce en que las mediciones puedan estar infra/sobrevaloradas. Por ello, en sentido estricto, la dosimetría no sería un marcador fiable de exposición cuando no se utilizan los dosímetros adecuadamente. En definitiva, se refuerza la teoría de que el riesgo es incierto y que se requiere intensificar la tarea informativa y formativa. En segundo lugar, se requiere de mayor responsabilidad médica. También se requiere de la realización de controles y evaluaciones periódicas en los ámbitos sobre el adecuado uso del dosímetro.<sup>11</sup>

Respecto a los equipos de protección individual, sucede una situación muy similar. En este trabajo, se observó que el uso de los EPI, no siempre es del 100%, existe una importante claudicación en el uso de protectores tiroideos. En el caso de gafas y guantes plomados, prácticamente el uso es nulo.

En otro estudio realizado en médicos de Cardiología Intervencionista, se observó que independientemente de la trayectoria profesional, se conoce la importancia de contar con las medidas de seguridad radiológica. Sin embargo, sólo el 90% usaba delantal plomado y menos del 50% usaba otros EPI.<sup>21</sup>

En concordancia con este trabajo, se debe fomentar el uso de protectores plomados, enfatizar en el uso de protectores tiroideos, ya que en múltiples ocasiones aunque los utilicen no cubren adecuadamente la totalidad del órgano.<sup>11, 21</sup> Así mismo, se debe de garantizar la disponibilidad, acceso y adecuadas condiciones de los EPI.

### 3.3.4 Efectos a la salud

La deficiencia en alguno de los apartados anteriores, crea dificultades que posiblemente no ofrezcan seguridad al momento de valorar los efectos a la salud, derivados de las radiaciones ionizantes.

La información con la que se cuenta actualmente permite, en teoría, establecer dosis seguras para los efectos deterministas y limitar al máximo los efectos estocásticos. Sin embargo hay estudios que refieren un periodo de latencia incierto.<sup>19, 24</sup>

Los efectos deterministas, dependen principalmente del uso de altas potencias, de la energía del tubo, así como del tiempo prolongado de fluoroscopia y del número de imágenes. En el personal médico, los riesgos más observados han sido en ojos (catarata subcapsular posterior, opacidades y condensación subcapsular posterior) y piel (eritema y radiodermatitis atrófica).<sup>19</sup>

Se refiere que los efectos más habituales a bajas dosis (2Gy), con un tiempo equivalente de fluoroscopia de 20min, podrían ocasionar eritema transitorio en las 2 a 24 horas posteriores. Mientras que, para presentar una radiodermatitis (principalmente del brazo derecho) se requerirán dosis estimadas de 11-15Gy, durante más de 7 años. Las radiodermatitis atróficas se presentaran con dosis de 22-30Gy. con un periodo de latencia de 17 años aproximadamente.<sup>19</sup>

En el caso de la aparición de catarata, el registro dosimétrico mensual, anual y acumulado a los 5 años no ofrece información necesaria para prevenir dicha aparición. En un estudio prospectivo, realizado a los médicos expuestos a radiaciones ionizantes, se observó que, la evaluación dosimétrica no es el único marcador a tomar en cuenta para la aparición de catarata. La edad y exponer radiológicamente al ojo con una dosis media de 28.1mGy podrían influir en la aparición de catarata subcapsular posterior. Sin embargo, el riesgo fue menor al que se creía, ya que retirando los posibles factores de confusión, como los derivados de las enfermedades crónico degenerativas; el riesgo no fue estadísticamente significativo.<sup>24</sup>

Otro estudio refiere que, cuando el ojo se expone a una dosis umbral >1Gy, con un tiempo de fluoroscopia >250min en 100 días y >1250min en 500 días trabajados; podrían observarse opacidades y cataratas en próximos 5 años respectivamente. Sin embargo con esta estimación, concluyen que el periodo de latencia a estas dosis es incierto, ya que observaron un uso dosimétrico irregular, por lo que podría infravalorarse el problema.<sup>19</sup>

En el caso del personal especialmente sensible, como es el embarazo; la suspensión de las actividades que supongan algún riesgo radiológico, es habitual. Sin embargo, no sería estrictamente necesario cambiar la ubicación de la gestante, siempre **y cuando los valores dosimétricos** no superan lo establecido; Referente a lo anterior, merece la pena valorar que los efectos a la salud, también dependen de la radiosensibilidad individual. Bajo una perspectiva ética, no hay justificación de someter al feto a posibles malformaciones, retraso intelectual u otra alteración derivada de las radiaciones ionizantes. Por lo que, la protección del feto deberá ser la máxima posible.<sup>11, 25</sup>

En referencia a los efectos estocásticos, los estudios revelan que aunque no se excedan los valores recomendables y se falle en definir una dosis umbral. La inducción de cáncer es el principal efecto tardío provocado por la exposición a la radiación ionizante<sup>22, 23</sup>. Dependiendo de la cantidad de radiación absorbida en función del tiempo, se presentará mayor probabilidad de presentar esta patología.<sup>28</sup>

No existe evidencia sobre la dosis umbral para los efectos estocásticos. Dado que se habla de probabilidades, se deberá evitar la exposición lo máximo como sea razonablemente posible y teniendo en cuenta el riesgo-beneficio laboral, social y económico.<sup>2, 6, 8</sup>

Inclusive, cada vez, existe mayor número de profesionales que se interesan en los efectos a la salud **derivados de bajas dosis** de radiación, de forma crónica. Algunos estudios, revelan mayor frecuencia de aberraciones cromosómicas (AC) y micronúcleos (MN) en el personal expuesto, comparado con los facultativos clínicos no expuestos a radiación ionizante.<sup>25, 28, 29</sup> Lo anterior, sugiere la existencia de un daño somático **y genético**, con los posibles efectos cancerígenos, reproductivos o en la descendencia. La valoración de la vigilancia de la salud en profesionales sometidos a bajas dosis no ha sido establecida hasta la fecha. Sin embargo, algunos autores,



recomiendan el uso conjunto de biomarcadores para identificar a los sujetos con alteraciones y llevar a tiempo las actividades preventivas necesarias.<sup>25, 28</sup>

**Varias publicaciones, refieren que** los biomarcadores, permiten la identificación de aberraciones cromosómicas (AC), siendo importantes predictores del riesgo de cáncer en humanos. Los micronúcleos (MN) son biomarcadores celulares de daño al ADN y se originan de la ruptura de los cromosomas. Dichos biomarcadores se han usado durante **años y como se ha referido anteriormente, en la actualidad existe especial interés en** evaluar la exposición **crónica y a bajas dosis de irradiación laboral** a varios agentes mutagénicos y cancerígenos.<sup>25-28, 30,31</sup>

En varios estudios de casos y controles, realizados **en** médicos cardiólogos intervencionistas. **Se** objetiva que, los médicos expuestos, presentan mayor frecuencia de MN comparado con los médicos clínicos no expuestos a radiaciones ionizantes.<sup>25, 28,29</sup>

Andreassi, *et al.*<sup>28</sup> **refieren** que a mayor número de años trabajados en el ámbito radiológico, existe mayor correlación con el daño genético, por lo que pudiera sugerir un efecto acumulativo. Por el contrario, un estudio realizado por Bigatti *et al.*<sup>32</sup> no encontró relación respecto a los años trabajados y la presencia de AC.

Estudios, coinciden en los resultados obtenidos, respecto a la exposición radiológica más el hábito tabáquico. Determinan que esta relación influye de forma importante en la aparición de MN. Esta observación solo es válida para los profesionales expuestos, ya que en los controles no se ha observado mayor frecuencia de MN ni de AC.<sup>28, 29</sup>

La edad, mostró una débil significación estadística.<sup>28, 29</sup> **Sin embargo**, otro estudio realizado en el mismo ámbito no encontró que la edad del médico, ni que el hábito tabáquico influyeran en la mayor aparición de AC y MN.<sup>25</sup>

No hay ningún estudio **con** resultados estadísticamente significativos que relacione el sexo con la presencia de AC o MN. **Sin embargo, se ha** encontrado un discreto aumento de la frecuencia en el sexo femenino.<sup>25, 29</sup>

La valoración del uso de biomarcadores, debe de evaluarse cuidadosamente ya que en todos los casos nos encontramos por debajo de los niveles de exposición laboral permitidos.<sup>27</sup> Además hace falta mayor investigación al respecto. Al momento de realizar una adecuada investigación médica, se deberán de tomar en cuenta factores como la edad del médico, los años expuestos a radiaciones y el hábito de fumar, **debido a** la asociación que **algunos autores** han registrado.

#### **4. Recomendaciones**

**Bases para la elaboración de un “Protocolo preventivo para el control de la exposición a radiaciones ionizantes y de los riesgos en los médicos que realizan procedimientos en Cirugía de Digestivo, Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT), y Cardiología Intervencionista”.**

A continuación, se presentan una serie de recomendaciones, basadas en las experiencias derivadas de las visitas de campo, realizadas por el Servicio de Prevención y la empresa “ACPRO”.

También se han tomado en cuenta las **obligaciones** derivadas de la legislación vigente, así como de los resultados obtenidos de la búsqueda bibliográfica.

Dicho lo anterior, **este** protocolo busca que el médico del trabajo realice un adecuado circuito preventivo, que evite o minimice la exposición a las radiaciones ionizantes y los efectos a la salud, en los médicos de las especialidades ya comentadas.

Es importante mencionar que la elaboración de este protocolo, también favorece la responsabilidad corporativa. Ya que, además de cumplir con la legalidad vigente, fomenta las buenas prácticas sanitarias, evitando accidentes o enfermedades del trabajo derivadas de la exposición con dichos procedimientos.

Así, este protocolo consta de dos apartados. El primero, desde un punto de vista de protección radiológica. Y el segundo, con un enfoque orientado a la vigilancia de la salud.

#### **4.1 Protección radiológica**

Un adecuado sistema preventivo se obtiene manteniendo las condiciones óptimas para la realización de las actividades propias del puesto del trabajo. Así, los principales aspectos que necesariamente deben de ser evaluados se citan a continuación:

Todas las instalaciones deben de estar previamente autorizadas por el CSN, con la correspondiente señalización y delimitación de las zonas (anexo 3).<sup>2</sup>

Los equipos que emiten radiación ionizante, deben de estar previamente evaluados por una empresa legalmente acreditada (en este caso "ACPRO"). También realizarán **revisiones** periódicas que verifiquen la adecuada cumplimentación legal.

Siempre que un trabajador se incorpore a un puesto de trabajo que presente exposición a radiaciones ionizantes se debe de categorizar (A o B) en función de la posibilidad de exceder la dosis establecida (anexo 4). Posteriormente, se informará al Servicio de Salud Laboral para que realice el examen médico correspondiente.

La empresa "ACPRO", debe proporcionar a los trabajadores expuestos, un dosímetro de cuerpo y de muñeca personal. La lectura dosimétrica se realizará mensualmente y en función de ello se calcula la dosis anual y acumulada a los 5 años. Siempre que exista una medición con sobredosis, inmediatamente se dará aviso al Servicio de Salud Laboral y al CSN como se muestra en el diagrama del anexo 6. También informará de forma verbal y escrita a los trabajadores sobre los riesgos derivados de la exposición con radiaciones ionizantes.

El Servicio de Prevención, por segunda ocasión informará y formará al trabajador sobre los riesgos inherentes a su puesto de trabajo y responderá a las dudas del trabajador en temas de protección radiológica. Así mismo, estos aspectos deben realizarse periódicamente con la finalidad de reforzar los conocimientos que supongan un riesgo.

Siempre que sea posible, se recomienda la disponibilidad completa de un Técnico en Radiología. Como se ha referido anteriormente, la adecuada colimación, regulación de la potencia, limitación del tiempo de exposición, entre otros, minimizan considerablemente **el riesgo de** exposición de los profesionales.

Se deben proporcionar los equipos de protección individual (EPI), los cuales consistirán en delantal plomado con protección gonadal, protector tiroideo, gafas y guantes plomados. Todos estos EPI, deben estar en buenas condiciones y disponibles en todo momento. Los profesionales también deberán utilizar las mamparas de protección ocular y las cortinas plomadas que protegen las extremidades.

Se debe reducir el número de personas que se entran en la sala donde se realiza el procedimiento, si no es estrictamente necesario. La apertura de puertas de acceso debe controlarse estrictamente, mientras se realice la emisión, ya sea en modo de fluoroscopia o grafía digital.

Se deben fomentar las adecuadas prácticas preventivas a los mandos superiores y representantes de los trabajadores para que se controle y vigile el adecuado cumplimiento de las medidas de seguridad y protección radiológica.

Las reuniones **periódicas** realizadas en el foro del Comité de Seguridad y Salud, **deberán** enfocarse en la aprobación de los aspectos preventivos de los **trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes**. El contacto estrecho con el Servicio de Prevención y Salud Laboral será fundamental, ya que la prevención desde un enfoque multidisciplinario, tendrá un efecto positivo en la salud de los trabajadores.

#### **4.2 Vigilancia de la salud**

Como se ha mencionado a lo largo del protocolo y ante la posibilidad de que los médicos de los ámbitos estudiados, presenten efectos a la salud. El médico del trabajo se ve en la necesidad y obligación de evaluar el estado de salud de los médicos, cuyo objetivo principal es evitar o detectar de forma precoz las posibles alteraciones y, en función de ello, realizar las medidas de protección pertinentes.

Desde el momento en que un médico de las áreas de Cirugía de Digestivo, Cirugía de Ortopedia y Traumatología y Cardiología Intervencionista se incorpora al trabajo. **Se** deberán de realizar una serie de pasos:

Inicialmente el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales y la empresa (en este caso "ACPRO"), estarán informados sobre la incorporación de dicho trabajador y deberán realizar las tareas de información, formación, asignación de dosímetros individuales y categorización del trabajador (ver apartado de Protección radiológica 4.1).

Posteriormente, el Servicio de Prevención y la empresa "ACPRO" dará aviso inmediato al servicio de Salud Laboral. Ellos, a su vez, realizarán un examen de salud que podrá ser: inicial, periódico, ante la incorporación de nuevas tareas, por ausencia prolongada en el trabajo y en caso de sobredosis. El examen médico constará de un historial médico y laboral exhaustivo, exploración

física y estudios analíticos complementarios. Las características específicas del examen médico pueden observarse en el anexo 7.

En el caso de realizar un examen periódico, también se tomará en cuenta la categoría del médico. De ser categoría A se realizará obligatoriamente cada año; mientras que en la categoría B será voluntario. También se evaluará individualmente el registro dosimétrico y deberá de interrogarse sobre: los equipos de protección individual disponibles, utilizados y sobre su adecuado uso.

En el caso de personal especialmente sensible, como en el caso de embarazo o lactancia, se verificará que las mediciones dosimétricas no excedan de 1 mSv durante todo el embarazo. En el caso de médicos en formación, no deberán de exceder valores dosimétricos de 6mSv/año.

Si se presentara algún caso de sobredosis, "ACPRO" notificará al Servicio de Salud Laboral y al Servicio de Prevención con la finalidad de investigar el accidente, emitir las recomendaciones y seguimiento necesario a realizar (anexo 6).

**Los tres historiales:** clínico médico-laboral, dosimétrico y del estado de salud, serán fundamentales para determinar la idoneidad en ese puesto de trabajo. Se finalizará con un informe que podrá determinar la aptitud, la aptitud en determinadas condiciones o la no aptitud del médico (anexo 8).

En todos los casos el registro y notificación de los resultados del personal expuesto deberá de salvaguardarse hasta que el trabajador cumpla los 75 años y hasta por 30 años posteriores a la finalización de la actividad laboral.

Para finalizar, todas las recomendaciones emitidas en este apartado y en conjunto con la información de los anexos 5, 6, 7 y 8 constituyen el "Protocolo preventivo para el control de la exposición a radiaciones ionizantes y de los riesgos en los médicos que realizan procedimientos en Cirugía de Digestivo, Cirugía de Ortopedia y Traumatología (COT), y Cardiología Intervencionista". Dicho protocolo se incorporará al Servicio de Prevención y al Servicio de Salud Laboral en el formato correspondiente a los protocolos de la Corporació Sanitaria Parc Taulí.

## **5. Bibliografía**

1. Ley de Prevención de Riesgos Laborales. N° 31/1995. (8 Nov 1995)
2. Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. N° 783/2001. (6 Jul 2001)
3. Reglamento de los servicios de prevención. N° 39/1997. (17 Ene 1997)

4. Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia. N° 298/2009. (6 Mar 2009)
5. La protección radiológica de las trabajadoras gestantes expuestas a radiaciones ionizantes en el ámbito hospitalario. Consejo de Seguridad Nuclear. Sociedad Española de Protección Radiológica. Sociedad Española de Física Médica.
6. Protección radiológica. Consejo de Seguridad Nuclear.
7. NTP 614: Radiaciones ionizantes: Normas de protección. INSHT: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España.
8. Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica. Radiaciones Ionizantes. Comisión de Salud Pública. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud.
9. Limitation of exposure to ionizing radiation. NCRP report N° 116. Bethesda, Md: National Council on radiation Protection and Measurements, March 1993.
10. Marco G, García D, Gómez G, et al. Detectores de radiación en un servicio radiodiagnóstico. Disponible en: [http://www.prevencionintegral.com/articulos/@datos/\\_ORP2008/738.pdf](http://www.prevencionintegral.com/articulos/@datos/_ORP2008/738.pdf)
11. Faulkner K. Personnel and patient doses: are there ethical consequences to the use of X-rays? Radiat Prot Dosimetry. 2005; 117:30-3.
12. Whitby M, Martin CJ. Radiation doses to the legs of radiologists performing q procedures: are they a cause for concern? Br J Radiol. 2003; 76:321-7.
13. Heyd RL, Kopecky KK, et al. Radiation exposure to patients and personnel during interventional ERCP at a teaching institution. Gastrointest Endosc. 1996; 44:287-92.
14. Buls N, Pages J, Mana F, Osteaux M. Patient and staff exposure during endoscopic retrograde cholangiopancreatography. Br J Radiol. 2002; 75:435-43.
15. Uradomo LT, Goldberg EM, Darwin PE. Time-limited fluoroscopy to reduce radiation exposure during ERCP: a prospective randomized trial. Gastrointest Endosc. 2007; 66:84-9.
16. Morrish OW, Goldstone KE. An investigation into patient and staff doses from X-ray angiography during coronary interventional procedures. Br J Radiol. 2008; 81:35-45.
17. Trianni A, Padovani R, et al. Dose to cardiologists in haemodynamic and electrophysiology cardiac interventional procedures. Radiat Prot Dosimetry. 2005; 117:111-5.
18. [http://www.icrp.org/docs/ICRP\\_85\\_Interventional\\_s.pps#432,28](http://www.icrp.org/docs/ICRP_85_Interventional_s.pps#432,28), Web sites for additional information on radiation sources and effects.
19. Faulkner K, Vañó E. Deterministic effects in interventional radiology. Radiat Prot Dosimetry. 2001; 94:95-8.

20. Efsthopoulos EP, Katritsis DG, et al. Patient and staff radiation dosimetry during cardiac electrophysiology studies and catheter ablation procedures: a comprehensive analysis. *Europace*. 2006; 8:443-8.
21. Rahman N, Dhakam S. Knowledge and practice of radiation safety among invasive cardiologists. *J Pak Med Assoc*. 2008; 58:119-22.
22. Venneri L, Rossi F, et al. Cancer risk from professional exposure in staff working in cardiac catheterization laboratory: insights from the National Research Council's Biological Effects of Ionizing Radiation VII Report. *Am Heart J*. 2009; 157:118-24.
23. Jartti P, Pukkala E, et al. Cancer incidence among physicians occupationally exposed to ionizing radiation in Finland. *Scand J Work Environ Health*. 2006; 32:368-73.
24. Chodick G, Bekiroglu N, et al. Risk of cataract after exposure to low doses of ionizing radiation: a 20-year prospective cohort study among US radiologic technologists. *Am J Epidemiol*. 2008; 168:620-31.
25. Zakeri F, Hirobe T. A cytogenetic approach to the effects of low levels of ionizing radiations on occupationally exposed individuals. *Eur J Radiol*. 2008.
26. Znaor A, Fucić A, Znaor A, Fucić A, et al. Micronuclei in peripheral blood lymphocytes as a possible cancer risk biomarker: a cohort study of occupationally exposed workers in Croatia. *Croat Med J*. 2003; 44:441-6.
27. Thierens H, Vral A, et al. Cytogenetic monitoring of hospital workers occupationally exposed to ionizing radiation using the micronucleus centromere assay. *Mutagenesis*. 2000; 15:245-9.
28. Andreassi MG, Cioppa A, et al. Somatic DNA damage in interventional cardiologists: a case-control study. *FASEB J*. 2005; 19:998-9.
29. Maffei F, Angelini S, et al., Micronuclei frequencies in hospitals workers occupationally exposed to low levels of ionizing radiation: influence ok smoking status and other factors. *Mutagenesis*. 2002; 17:405-9.
30. Rozgaj R, Kasuba V, et al. Radiation-induced chromosomal aberrations and haematological alterations in hospital workers. *Occup Med (Lond)*. 1999; 49:353-60.
31. Hagmar L, Bonassi S, et al. Chromosomal aberrations in lymphocytes predict human cancer: a report from the European Study Group on Cytogenetic Biomarkers and Health (ESCH). *Cancer Res*. 1998; 58:4117-21.
32. Bigatti P, Lamberti L, Ardito G, Armellino F. Cytogenetic monitoring of hospital workers exposed to low-level ionizing radiation. *Mutat Res*. 1988; 2:343-7

## 6. Anexos

### Anexo 1. Glosario

- Dosis absorbida<sup>2</sup>: Se refiere a la energía absorbida por unidad de masa. La energía absorbida es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen. La unidad de masa es la masa de la materia contenida en dicho elemento de volumen. La dosis absorbida indica una dosis promediada sobre un tejido u órgano. La unidad dentro del sistema internacional de unidades es el Gray (Gy).
- Dosis equivalente<sup>2</sup>: Es la dosis absorbida en el tejido u órgano, ponderada en función del tipo y la calidad de la radiación. La unidad dentro del sistema internacional de unidades es el Sievert (Sv).
- Dosis efectiva<sup>2</sup>: Es la suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo a causa de irradiaciones internas o externas.

Trabajador	Dosis efectiva	Dosis equivalente (Cristalino)	Dosis equivalente (Piel y extremidades)
Exposición total del organismo	50 mSv/año 100 mSv/5 años	-	-
Exposición parcial del organismo	-	150 mSv/año	500 mSv/año
Límite trimestral para mujeres en condiciones de procrear (dosis a nivel de abdomen)	13 mSv	-	-
Embarazadas (dosis total durante la gestación)	1 mSv	-	-
Personal en formación	6 mSv/año	50 mSv/año	150 mSv/año

### Anexo 2. Límites de dosis para los trabajadores expuestos a radiación externa<sup>2</sup>

### Anexo 3. Clasificación de zonas<sup>2</sup>

- Zona vigilada: Es aquella, que no siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, la piel, y las extremidades.

Figura 11. Señalización de la zona vigilada (trébol gris/azulado sobre fondo blanco).



- Zona controlada: Es aquella en la que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, la piel, y las extremidades o bien, aquella zona en que sea necesario seguir procedimientos de trabajo con objeto de restringir la exposición a la radiación ionizante, evitar la dispersión de contaminación radioactiva o prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias.

**Figura 12. Señalización de la zona controlada (trébol verde sobre fondo blanco).**



Además se subdivide en:

- a. Zona de permanencia limitada: Son aquellas en la que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis legalmente fijados.

**Figura 13. Señalización de la zona de permanencia limitada (trébol amarillo sobre fondo blanco).**



- b. Zona de permanencia reglamentada: Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir, en cortos periodos de tiempo, una dosis superior a los límites de dosis legalmente fijados y que requieren prescripciones especiales desde el punto de vista de la optimización.

**Figura 14. Señalización de la zona de permanencia reglamentada (trébol naranja sobre fondo blanco).**





c. Zona de acceso prohibido: Son aquellas en las que existe riesgo de recibir, en una exposición única, dosis superiores a los límites legalmente fijados.

d.

**Figura 15. Señalización de la zona de acceso prohibido (trébol rojo sobre fondo blanco).**



#### **Anexo 4. Clasificación de los trabajadores por categorías<sup>2</sup>**

- Categoría A: Aquellas personas que por las condiciones en las que realiza su trabajo, pueden recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.
- Categoría B: Aquellas personas que por las condiciones en las que se realiza su trabajo es muy improbable que reciban dosis superiores a 6 mSv por año oficial o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para cristalino, la piel y las extremidades.

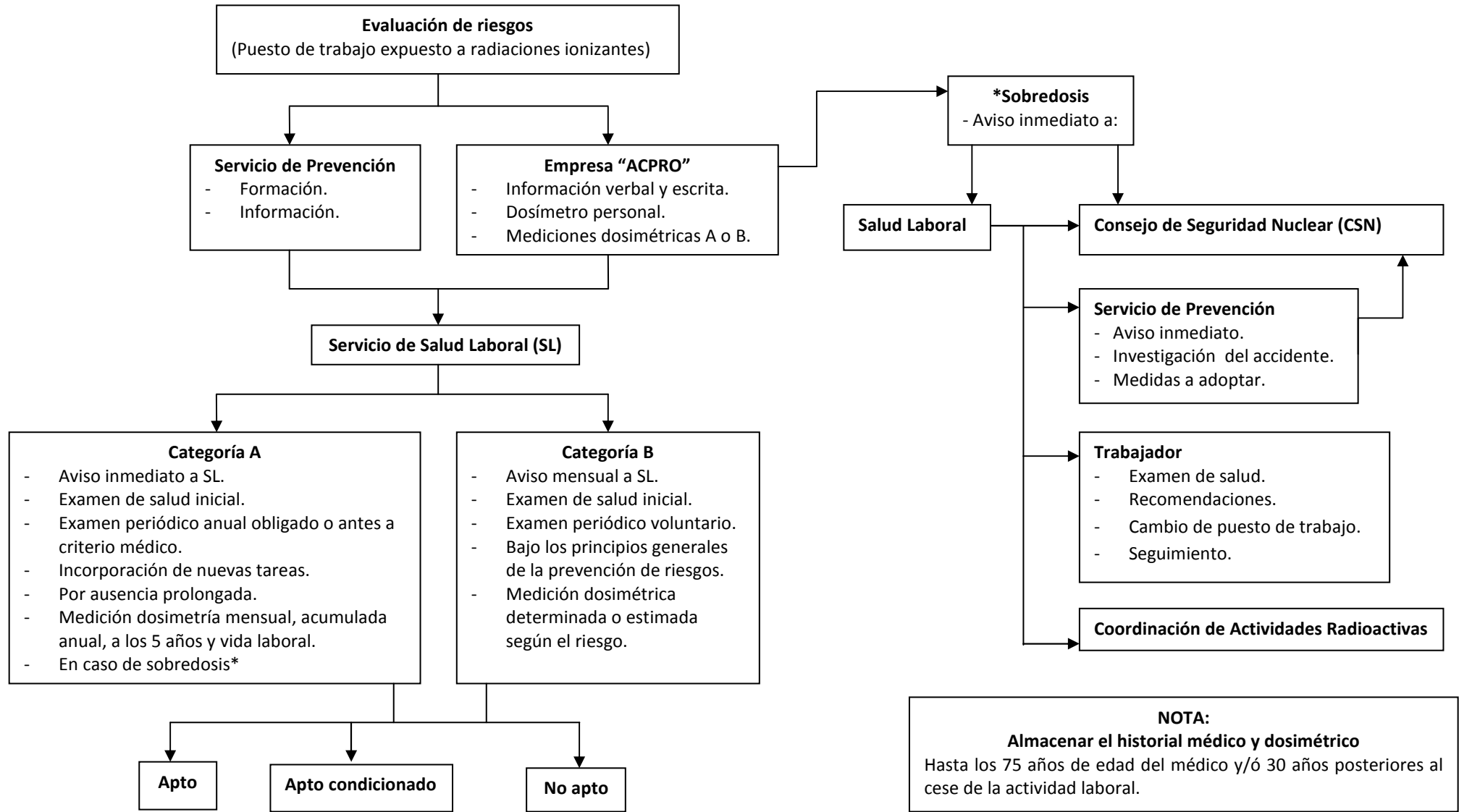
#### **Anexo 5. *Check list* para el trabajo de campo del Servicio de Prevención**

<b>Ámbito</b>	
<b>Procedimiento</b>	
<b>Inicio</b>	
<b>Final</b>	
<b>Tiempo total</b>	

	<b>Fluoroscopia</b>	<b>Grafía digital</b>
<b>Tiempo</b>		
<b>Dosis</b>		
<b>N° de imágenes</b>		

<b>Notas:</b>				
<b>Instalaciones</b>		<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
Autorización CSN				
Supervisión ACPRO				
Equipo fijo				
Equipo portátil				
Características propias				
Regulación de señalización y acceso de zonas				
Puertas plomadas				
Ventana plomada				
Cortinas plomadas bajo la mesa				
Mampara plomada móvil de protección ocular				
<b>Personal</b>		<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
Médico 1				
Médico 2				
Instrumentista				
Circulante				
Técnico de radiología encargado del manejo del equipo				
Anestesiólogo				
Otros				
<b>Equipos de medición y protección individual médica</b>				<b>Observaciones</b>
Dosímetro				
Colocación adecuada				
Delantal plomado con protección gonadal				
Protector tiroideo				
Gafas plomadas				
Guantes plomados				
<b>Principios de minimización de la exposición</b>				<b>Observaciones</b>
Alejamiento médico del haz, durante la emisión				
Alejamiento de otros profesionales durante la emisión				
Irradiación directa al haz por el personal médico				
Reducción del tiempo de emisión				
Reducción del número de personas expuestas				
Otros				

**Anexo 6. Diagrama para evaluar los riesgos de los médicos expuestos a radiaciones ionizantes**



## **Anexo 7. Historia clínica médico-laboral**

### **Ficha de identificación**

- Nombre
- Sexo
- Edad

### **Antecedentes heredo familiares**

### **Antecedentes personales no patológicos**

- Tabaquismo
- Enol
- Toxicomanías
- Actividades deportivas

### **Exposición laboral previa**

- Actividades de la empresa
- Descripción del puesto de trabajo
- Factores de riesgo laboral
- Tiempo trabajado y de exposición
- Medidas de prevención utilizadas en el empleo

### **Exposición laboral actual**

- Actividades de la empresa
- Descripción del puesto de trabajo
- Factores de riesgo laboral
- Tiempo trabajado y de exposición
- Medidas de prevención utilizadas en el empleo
- Historia dosimétrica

### **Antecedentes personales patológicos**

- Síntomas generales
- Oftalmología: Disminución lenta y progresiva de la agudeza visual, lesiones oculares previas, uso de lentes intraoculares, desprendimiento de retina, catarata, otros.
- Otorrinolaringología
- Cardiopulmonar
- Gastrointestinal
- Genitourinario
- Gineco-obstétrico: Menarca, fecha de última menstruación, periodicidad, duración, cantidad, menopausia, tratamiento hormonal sustitutivo, embarazos, abortos, alteraciones de la fertilidad, esterilidad, malformaciones fetales.
- Locomotor
- Piel y mucosas: Lesiones sin/con prurito, erupciones cutáneas, descamación, depilación, nevos, otras.

- Neurológico
- Estudios diagnósticos con radiación: Especificar tipo y cantidad.
- Tratamientos con radiación: Especificar tipo y cantidad.
- Medicación actual o previa: Especificar tipo y cantidad.

### **Exploración física**

- Constantes vitales y somatometría
- Piel y tegumentos
- Oftalmológico\*: Agudeza visual, fondo de ojo, tensión ocular.
- Otorrinolaringología
- Cuello
- Cardiopulmonar
- Abdomen
- Genitales
- Aparato locomotor
- Neurológico

\* Categoría A: Deberá ser evaluado por oftalmólogo.

### **Estudios analíticos**

- Hemograma completo: Incluyendo fórmula y recuento leucocitario\*.
- Química sanguínea: Incluyendo pruebas de función renal, hepática, dislipemias, ionograma, hormonas tiroideas e inmunoglobulinas.
- Examen general de orina: Incluyendo proteínas, cuerpos cetónicos, urea, bilirrubinas, urobilinógeno y sedimento urinario.
- Marcadores biológicos: Se realizarán cuando existan factores que ponen en duda la valoración dosimétrica, no se cuente con dicha información y posterior al estudio global e individualizado del caso.

\*En caso de alteraciones hematológicas se recomienda la evaluación del servicio de hematología.

## **Anexo 8. Formulario de Idoneidad laboral**

Institución sanitaria

Dirección postal completa  
Teléfono de contacto

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**Examen de salud:**

- \_\_\_\_ Inicial
- \_\_\_\_ Periódico
- \_\_\_\_ Sobreexposición
- \_\_\_\_ Ausencia prolongada
- \_\_\_\_ Asignación nuevos riesgos
- \_\_\_\_ Otro (Especificar)

**Trabajador:** \_\_\_\_\_.

Código: \_\_\_\_\_.

**Categoría:** \_\_\_\_ A, \_\_\_\_ B.

Expuesto a radiaciones ionizantes en la empresa/servicio: \_\_\_\_\_.

Considerando la información sanitaria obtenida y laboral disponible respecto al riesgo a las radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo, permite calificarle como:

- \_\_\_\_ **APTO**
- \_\_\_\_ **NO APTO**
- \_\_\_\_ **APTO CONDICIONADO**

Especificaciones en caso de condiciones:

De conformidad con lo establecido en el Artículo 43 del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes R.D. 783/2001.

Médico del Trabajo: \_\_\_\_\_.

Número de Colegiado: \_\_\_\_\_.